



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INFORME FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

TEMA:

**EFICIENCIA DE LAS BOQUILLAS DE BOTELLAS PLÁSTICAS
COMO MEDIO FILTRANTE USADO EN UN FILTRO
BIOLÓGICO VERTICAL AEROBIO A ESCALA PILOTO PARA EL
TRATAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA LAGUNA DE
ESTABILIZACIÓN DE LA CIUDAD DE MASAYA**

AUTOR:

Br. Carlos Miguel Vanegas

TUTOR:

Ing. Vidal Cáceres

Managua, Octubre del 2014



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SECRETARIA
SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION** hace constar que:

VANEGAS BENAVIDES CARLOS MIGUEL

Carne: **2004-20602** Turno **Diurno** Plan de Estudios **97** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y dos días del mes de Agosto del año dos mil catorce.

Atentamente



Dr. Francisco Efraín Chamorro Blandón
Secretario de Facultad

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 22-Ago-2014



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECNATURA**

DEC-FTC-REF-No.327
Managua, agosto 02 del 2010

Bachiller
CARLOS MIGUEL VENEGAS BENAVIDEZ
Presente

Estimado Bachiller:

Es de mi agrado informarle que el PROTOCOLO de su monografía titulado "EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE UN MEDIO FILTRANTE DE BOQUILLAS DE BOTELLAS PLASTICAS USADO EN UN FILTRO BIOLOGICO VERTICAL AEROBIO COMO MODELO EXPERIMENTAL PARA EL TRATAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION DE LA CIUDAD DE MASAYA". Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo le comunico estar totalmente de acuerdo, de que el MSc. Ing. VIDAL CACERES, sea el tutor de su Tesis.

La fecha límite, para que presente concluido su trabajo final, debidamente revisado por el tutor guía el 14 de enero del 2011.

Esperando puntualidad en la entrega del documento, me despido.

Atentamente,

DR.ING. OSCAR GUTIERREZ SOMARRIBA
Decano



CC: Protocolo
Tutor
Archivo*Consecutivo
DIOGS*mary



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC.FTC.REF No. 790
Managua, agosto 13 del 2014.

Bachiller
CARLOS MIGUEL VANEGAS B.
Presente

Estimado Bachiller:

En atención a su carta de solicitud de PRORROGA, para finalizar su trabajo de monografía titulado: **"EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE UN MEDIO FILTRANTE DE BOQUILLAS DE BOTELLAS PLASTICAS USADO EN UN FILTRO BIOLOGICO VERTICAL AEROBIO COMO MODELO EXPERIMENTAL PARA EL TRATAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION DE LA CIUDAD DE MASAYA"**. Esta Decanatura aprueba la misma considerando los problemas planteados en su comunicación.

Deberá presentar concluida su Tesis debidamente revisada por el tutor guía el 29 de agosto del 2014.

Esperando de usted puntualidad en la entrega de su trabajo final, me despido.

Atentamente,



DR. JNC OSCAR GUTIERREZ SOMARRIBA
Decano

CC: Tutor
Archivo-Consecutivo



Managua, lunes 4 de Agosto de 2014

Dr. Oscar Gutiérrez Somarriba

Decano

Facultad de Tecnología de la Construcción

Universidad Nacional de Ingeniería

Su despacho.

Estimado Decano,

Reciba cordiales saludos en espera que sus actividades las desarrolle con éxito.

Tengo a bien informarle que la monografía titulada: **"EFICIENCIA DE LAS BOQUILLAS DE BOTELLAS PLÁSTICAS COMO MEDIO FILTRANTE USADO EN UN FILTRO BIOLÓGICO VERTICAL AEROBIO A ESCALA PILOTO PARA EL TRATAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE LA CIUDAD DE MASAYA"** sustentada por el bachiller Carlos Miguel Vanegas Benavides, ha concluido exitosamente.

Por lo tanto, le solicito marcar la fecha para la presentación de la pre-defensa, sin más que agregarle me despido augurándole éxito en el desempeño de sus funciones.

Atentamente,



Cc. archivo

31/07/14
10:25 am.
V. Casarres



DEDICATORIA

Primeramente a Dios Padre por demostrarme su amor incondicional y haberme permitido llegar hasta este punto, a Dios hijo por ser el Pan de Vida de donde proviene la fuerza y la alegría con la que vivo cada día y a Dios Espíritu Santo por derramar sus Dones para concluir este trabajo. Honor y gloria a Dios que es UNO y trino.

A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.



AGRADECIMIENTOS

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como es el desarrollo de una monografía de grado es inevitable que te asalte un muy humano egocentrismo que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que has hecho. Sin embargo, el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de Dios y de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos.

Debo agradecer de manera especial y sincera al Ing. Vidal Cáceres por aceptarme para realizar esta monografía bajo su dirección. Al Arq. Benjamín Rosales-Director de Investigación de la UNI por su apoyo en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas en el desarrollo de esta monografía, y por apoyarme en mi formación como investigador. Le agradezco también a la Delegada de Masaya de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL) por haberme facilitado siempre el acceso a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Masaya para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta monografía. Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento al Programa Institucional de Estudios Nacionales y Servicios Ambientales (PIENSA) por facilitarme sus laboratorios para el análisis de las aguas residuales y a los docentes Facultad de Tecnología de la Construcción por haberme transmitido los conocimientos necesarios que me permitieron realizar este trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en evaluar la eficiencia de las boquillas de botellas plásticas como medio filtrante usadas en un filtro biológico vertical aerobio a escala piloto, utilizada en la Planta de Tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Masaya.

Esta investigación surge como una alternativa para resolver el problema ambiental que actualmente ocurre en la ciudad de Masaya, debido a la eutrofización de su Laguna cratérica producto de la descarga del efluente de la Planta de Tratamiento de aguas residuales de dicha ciudad.

Con base en lo anterior, el proyecto consta de tres momentos: Primeramente se realizó una caracterización físico-química del efluente de la Planta de Tratamiento de Masaya constituida por lagunas facultativas primarias y secundarias. Esto con el fin de demostrar que el efluente no cumple con los rangos y límites máximos permisibles del decreto 33-95 “Disposiciones para el control contaminación provenientes descargas de aguas residuales domesticas, industriales y agropecuarias.”

Una vez demostrada la calidad del efluente se prosiguió a diseñar y construir tres prototipos de filtro biológico aerobio de flujo vertical, ubicados en paralelo a la salida de la Planta de tratamiento. Finalmente se evaluó la eficiencia de boquillas de botellas plásticas utilizadas como medio filtrante, dispuestos en cada filtro con diferentes alturas de lecho filtrante y con el mismo caudal de entrada. Se calculó la eficiencia del medio filtrante midiendo los parámetros: Sólidos Suspendidos totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos.....	5
<i>1.4.1. Objetivo General</i>	<i>5</i>
<i>1.4.2. Objetivos Específicos.....</i>	<i>5</i>
1.5. Marco Teórico.....	6
<i>1.5.1. Definición y clasificación de Aguas Residuales</i>	<i>6</i>
<i>1.5.2. Caracterización de las aguas residuales.</i>	<i>7</i>
<i>1.5.3. Niveles de tratamiento de aguas residuales.....</i>	<i>11</i>
CAPÍTULO II: CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL EFLUENTE	16
2.1. Descripción del Área de Estudio	17
2.2. Metodología utilizada para la caracterización Físico química del efluente	20
<i>2.2.1. Universo.....</i>	<i>20</i>
<i>2.2.2. Muestra</i>	<i>21</i>
2.3. Resultados y Análisis	22
<i>2.3.1. Caudal del Efluente.....</i>	<i>22</i>
<i>2.3.2. Caracterización de la PTAR-M</i>	<i>23</i>
CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL	27
3.1. Filtro Biológico Aerobio	28
3.2. Componentes del Filtro Biológico Aerobio	30
<i>3.2.1. Mecanismos de distribución de las aguas residuales.....</i>	<i>30</i>



3.2.2. Medios filtrantes	31
3.2.3. Sistema de drenaje	33
CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS BOQUILLAS DE BOTELLAS PLÁSTICAS.....	34
4.1. Método de Recolección de la Información.....	34
4.2. Metodología de evaluación	36
4.2.1. Métodos Generales y Particulares empleados.....	36
4.3. Resultados y Análisis	38
4.3.1. Resultados y Análisis por ronda de Muestreo	38
4.3.2. Evaluación de la Eficiencia para cada variable	53
CAPÍTULO V: ASPECTOS FINALES	57
5.1. Conclusiones.....	57
5.2. Recomendaciones.....	58
5.3. Bibliografía	59
5.3.1. Libros	59
5.3.2. Tesis/Monografías	60
5.3.3. Literatura oficial	61
5.3.4. Otras.....	62
Anexos	63
Anexo 1: Límites y Parámetros establecidos por el Decreto 33-95.....	63
Anexo 2: Informes de Muestreo	64



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Caracterización de las Lagunas de Estabilización de Nicaragua	15
Tabla 2: Volumen del efluente en relación a la altura del agua en el medidor Parshall	21
Tabla 3: Cálculo de caudal del Efluente de la PTAR-M.....	22
Tabla 4: Caracterización del efluente de la PTAR-M.....	24
Tabla 5. Características físicas del prototipo de Filtro.....	29
Tabla 6. Metodología de muestreos, materiales y métodos de ensayo utilizados.	35
Tabla 7. Resultados de análisis de laboratorio del primer muestreo.	38
Tabla 8. Resultados de análisis de laboratorio del segundo muestreo.	41
Tabla 9. Resultados de análisis de laboratorio del tercer muestreo.	44
Tabla 10. Resultados de análisis de laboratorio del cuarto muestreo.	47
Tabla 11. Resultados de análisis de laboratorio del quinto muestreo.	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descarga del Efluente de la Planta de Tratamiento en la Laguna de Masaya.....	4
Figura 2. Saco con botellas plásticas recogidas en un mes en un cafetín universitario.....	4
Figura 3. Determinación in situ de Sólidos Totales por el método gravimétrico	8
Figura 4. Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno por el Método de modificación de azida.....	9
Figura 5. Determinación de la Demanda Química de Oxígeno por método de reflujo cerrado.	10
Figura 6. Laguna facultativa secundaria de la Planta de Tratamiento de la ciudad de Masaya.....	14
Figura 7. Efluente color verdoso de una de las lagunas secundarias en la Planta de Tratamiento de la ciudad de Masaya.	16
Figura 8: Vista aérea de Sistema de tratamiento de Masaya (Google Earth)	19
Figura 9: Vista aérea Del punto de descarta de la PTAR-M (Google Earth)	19
Figura 10: Canal Parshall en la salida general de la PTAR-M.....	20
Figura 11: Apariencia del efluente de la PTAR-M	25
Figura 12: Mecanismo de distribución del Efluente de la PTAR-M.....	30
Figura 13: Anillos Rasching y boquillas de botellas plásticas.....	32
Figura 14: Sistema de drenaje del Filtro Biológico Aerobio.....	33
Figura 15: Método de recolección de la muestra.....	34
Figura 16: Mecanismo de captación de agua residual para el filtro.....	36

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Diagrama de Planta de tratamiento de Masaya (Blanco, M. y Lanuza, C. 2001)	17
Gráfico 2: Diagrama de medidor Parshall ubicado en salida general del sistema de lagunaje de la ciudad de Masaya. Ancho de garganta 22 cm	20
Gráfico 3: Variación de Caudal en relación al horario de muestreo.	23
Gráfico 4: Caracterización de la PTAR-M.	24
Gráfico 5: Caracterización de la PTAR-M.	25
Gráfico 6: Modelo de Filtro Biológico.....	29
Aerobio como unidad experimental	29
Gráfico 7.Demanda Química de Oxígeno Del primer muestreo	39
Gráfico 8.Demanda Química de Oxígeno Del primer muestreo	39
Gráfico 9.Sólido Suspendido Total del primer muestreo.	40
Gráfico 10.Comparación de resultados del primer muestreo.	41
Gráfico 11. Demanda Química de Oxígeno del segundo muestreo.	42
Gráfico 12. Demanda Bioquímica de Oxígeno del segundo muestreo.	42
Gráfico 13. Sólido Suspendido Total del segundo muestreo.....	43
Gráfico 14.Comparación de resultados del segundo muestreo.	44
Gráfico 15. Demanda Química de Oxígeno del tercer muestreo.....	45
Gráfico 16. Demanda Bioquímica de Oxígeno del tercer muestreo	45
Gráfico 17. Sólido Suspendido Total del tercer muestreo	46
Gráfico 18.Comparación de resultados del tercer muestreo.	47
Gráfico 19. Demanda Química de Oxígeno del cuarto muestreo	48
Gráfico 20. Demanda bioquímica de Oxígeno del cuarto muestreo	48
Gráfico 21. Sólido Suspendido Total del cuarto muestreo	49
Gráfico 22.Comparación de resultados del cuarto muestreo.....	50
Gráfico 23. Demanda Química de Oxígeno del quinto muestreo	51
Gráfico 24. Demanda Bioquímica de Oxígeno del quinto muestreo.....	51
Gráfico 25. Sólido Suspendido Total del quinto muestreo.....	52
Gráfico 26.Comparación de resultados del quinto muestreo.....	53
Gráfico 27.Comparación de resultados de Demanda Química de Oxígeno	54
Gráfico 28.Comparación de resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno	55
Gráfico 29.Comparación de resultados de Sólido Suspendido Total	56



CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

En Nicaragua el sistema de lagunas de estabilización facultativas (primarias y secundarias) es el principal medio para tratar las aguas residuales (Platzer, M. et al, 2002). Todos los sistemas por lagunas de estabilización han sido diseñados con base en formulaciones y modelos desarrollados en otros países y bajo diferentes concepciones. Por tal razón, estos sistemas, luego de un tiempo, reducen la calidad de su efluente al punto de no alcanzar los parámetros establecidos en las normas nacionales y, como consecuencia, generan problemas ambientales y riesgos a la salud humana (Gámez, S. 2001).

De forma particular el sistema de lagunaje de la ciudad de Masaya, construido en 1987 por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), es una de las plantas de tratamiento cuyo efluente no cumple con los parámetros de calidad de vertido establecidos por el Decreto 33-95 en su art. 23 (Blanco, M. y Lanuza, C. 2000) y como resultado, se produce un deterioro ambiental en la laguna de Masaya a tal punto de incrementar su proceso de eutrofización.

Con base a esta situación, se presenta el siguiente proyecto de investigación en el que se propuso mejorar la calidad del efluente de la laguna de estabilización de la ciudad de Masaya, mediante la instalación de tres filtros biológicos verticales aerobios como unidad experimental. En éstos se utilizaron boquillas de botellas plásticas, como medio filtrante, con el propósito de obtener un mayor porcentaje de reducción de Sólidos Suspendidos Totales y Demanda Química de Oxígeno y de esta manera reducir la cantidad de algas que se descargan a través efluente del sistema de lagunaje. Dicho informe final contiene: aspectos generales del tema abordado, estudio de caracterización del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Masaya, una descripción de las unidades

experimentales que se utilizaron y por último se presenta la evaluación de los resultados obtenidos en el experimento.

1.2. Antecedentes

A continuación se presentan una serie de hechos históricos que dieron lugar al desarrollo de filtros para el tratamiento eficiente de aguas residuales:

Los primeros filtros biológicos surgieron en Inglaterra a finales del Siglo XIX. Inicialmente la tecnología era llamada “filtro de contacto” y consistía en tanques de retención llenos de arena o roca, donde el agua residual reposaba en contacto con el medio filtrante durante 6 horas, y posteriormente el líquido era drenado durante un ciclo de operación de 12 horas (Metcalf & Eddy, 1991). Sin embargo, la capacidad de tratamiento de esas unidades era limitada debido a la operación discontinua y la rápida saturación de los intersticios del medio filtrante.

A lo largo del siglo XX, el sistema evolucionó cuando se verificó que la aplicación continua del agua residual sobre el material de relleno posibilitaba el desarrollo de condiciones favorables para el crecimiento de microorganismos capaces de producir limo. Esto mantuvo el equilibrio biológico suficiente para descomponer la materia orgánica del afluente, a través del uso de un medio filtrante con alta granulometría que permitía tanto la filtración del líquido como el libre escurrimiento del aire.

La naturaleza de los materiales utilizados como medio filtrante contribuyó a la evolución de la tecnología. Dentro de los materiales que produjeron mejores resultados se destacan la piedra triturada, escoria de alto horno y, de manera más eficiente, los materiales sintéticos de plástico de diferentes formas y tamaños (Pereira, A. 2005); que han sido libremente utilizados en los filtros de Europa desde finales de la década de 1950 (Grayn, N. 2004).



La tecnología de filtros biológicos de flujo horizontal de grava o piedra volcánica (biofiltro) fue introducida en Nicaragua mediante la construcción de una planta piloto en la Villa Bosco Monge de la ciudad de Masaya en el año 2006 (Gauss, M. Cáceres, V. 2004).

En la bibliografía consultada no se registra ningún proyecto en el que se combine un filtro biológico vertical aerobio y las boquillas de botellas plásticas como medio filtrante para el tratamiento de lagunas de estabilización. Solamente se encontró un trabajo monográfico desarrollado en el 2008 por estudiantes de Ingeniería Civil de la UNAN-Managua, que consistió en la construcción de un prototipo de filtro anaerobio de flujo vertical para mejorar el efluente de la laguna de estabilización de la ciudad de San Marcos, Carazo. En dicho prototipo se utilizó hormigón rojo como medio filtrante, el cual alcanzó porcentajes de reducción de 67.84% en DQO, 48.14% en la DBO5 y 82.77% para los Sólidos Suspendidos Totales (Altamirano, M. et al. 2008). Esto indica que la propuesta de un filtro biológico vertical resulta muy eficiente como tratamiento complementario para mejorar el efluente de lagunas de estabilización.

El otro proyecto desarrollado fue la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales con la tecnología de filtros percoladores, que utiliza material sintético (bloques cross flow), la cual está ubicada en la ciudad de Managua y fue diseñada para procesar aproximadamente un caudal de 180000 m³/día de aguas residuales de la capital. Por consiguiente, se puede deducir que el uso de materiales plásticos como medio filtrante es una tecnología que se comienza a usar con mayor frecuencia en el tratamiento de aguas residuales.

1.3. Justificación

El presente estudio se realizó por motivos académicos y en respuesta a grandes necesidades ambientales presentes en nuestra sociedad nicaragüense:

1. En lo académico: Con este estudio experimental se refuerzan los conocimientos adquiridos en la asignatura de Ingeniería Sanitaria y se adquieren nuevos conocimientos en metodología de la Investigación, útil para mi buen desempeño en la vida profesional.
2. En lo ambiental: se reduce la carga de contaminante del efluente de la planta de tratamiento de Masaya, a fin de que cumpla con los parámetros establecidos en el decreto 33-95. Y por supuesto, disminuir el proceso de eutrofización de la laguna de Masaya, para que pueda ser reutilizada como potencial fuente hídrica para el riego de ciertos cultivos y otras actividades domésticas.
3. En lo socio-ambiental: La propuesta incluye una opción de reuso de boquillas de botellas de plástico lo que traería beneficios a la reducción de la basura inorgánica producto del desecho de botellas.



Figura 1. Descarga del Efluente de la Planta de Tratamiento en la Laguna de Masaya.



Figura 2. Saco con botellas plásticas recogidas en un mes en un cafetín universitario.



1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la eficiencia del medio filtrante constituido por boquillas de botellas plásticas usado en un filtro biológico vertical aerobio a escala piloto como tratamiento del efluente de la laguna de estabilización de la ciudad de Masaya.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Realizar una caracterización físico-química del efluente actual de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Masaya; mediante parámetros establecidos como: Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos, Sustancias activas al azul de Metileno, Aceites y Grasas, Nitrógeno Amoniacal, Fósforo total y Coliformes fecales.
2. Construir tres filtros biológicos verticales a pequeña escala, como unidades de experimentación para su puesta en operación.
3. Evaluar la eficiencia de las boquillas de botellas plásticas como medio filtrante, con base en el porcentaje de reducción de DBO₅, DQO y Sólidos Suspendidos Totales

1.5. Marco Teórico

1.5.1. Definición y clasificación de Aguas Residuales

El agua residual se puede definir, considerando las fuentes de su generación, como la combinación de los desperdicios líquidos y los desperdicios acarreados por el agua que se remueve de residencias, instituciones y establecimientos comerciales e industriales junto con agua superficial, subterránea o de tormenta que pueda estar presente (Metcalf and Eddy. 1991). La Ley 620, Ley General de Aguas de Nicaragua, define agua residual como “aquellos desechos que resultan de la utilización de agua en actividades domésticas, comerciales, industriales, agrícolas y pecuarias y en general de cualquier uso o la mezcla de ellos, asimismo, las que se alteran o modifican su calidad, presentando características físicas, químicas o biológicas que afecten o puedan afectar los cuerpos receptores en donde se vierten”.

Estas se clasifican según su origen en: Aguas Residuales Domésticas, Aguas Residuales Industriales y Aguas Residuales Municipales (Martínez, L. 2007). Las Aguas Residuales Municipales fueron del completo interés en la presente investigación, debido a que son éstas las procesadas en las lagunas de estabilización de la ciudad de Masaya.



1.5.1.1. Aguas Residuales Municipales

Las aguas residuales de áreas residenciales incluyen residuos provenientes de cocinas, baños, lavado de ropa y drenaje de pisos. Éstas, junto con los residuos líquidos de los establecimientos comerciales e industriales, se designan como aguas residuales municipales (aguas negras); y consisten en una mezcla compleja de agua y contaminantes orgánicos e inorgánicos, tanto en suspensión como disueltos (Glynn Henry and Gary W. Heinke, 1999). Dicha mezcla es transportada por el alcantarillado de una ciudad o población para ser depuradas en una planta de tratamiento municipal.

La cantidad de aguas residuales municipales, por lo común, se determina a partir del uso de agua. En el caso de la ciudad de Masaya el agua que llega a las alcantarillas corresponde al 60% de las conexiones de agua potable (Blanco, M. y Lanuza, C. 2001). No obstante, suele suponerse que la pérdida de agua se compensa por infiltración (fugas de aguas subterráneas hacia el sistema de alcantarillado a través de uniones defectuosas) o con aguas pluviales, que entran al sistema de alcantarillas sanitarias por conexiones ilícitas (bajadas pluviales de los techos y sumideros de caminos) o por la abertura de los registros.

Las aguas residuales municipales ya no poseen la misma caracterización de las aguas negras domésticas, por lo tanto, todos los municipios en zonas industrializadas deben manejar una combinación de aguas residuales domésticas e industriales.

1.5.2. Caracterización de las aguas residuales.

Toda caracterización de aguas residuales implica un programa de muestreo apropiado para asegurar representatividad de la muestra y un análisis de laboratorio de conformidad con normas estándares que aseguren precisión y

exactitud en los resultados. Cabe destacar que cada agua residual es única en sus características y que los parámetros de polución deben evaluarse en el laboratorio para cada agua residual específica (Romero Rojas Jairo A. 2000).

Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica. La característica física más importante es el contenido total de sólidos (término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta). Otras características físicas son el olor, la temperatura, el pH, la densidad, el color y la turbiedad.

Las características químicas se componen por la materia orgánica y la materia inorgánica. Las aguas residuales municipales están formadas fundamentalmente, en su carga contaminante, de materia orgánica en forma soluble o coloidal y de sólidos en suspensión (R. Ramalho. 1996)

1.5.2.1. Sólidos Suspendidos Totales



Figura 3. Determinación in situ de Sólidos Totales por el método gravimétrico

Son aquellas partículas visibles que flotan en las aguas residuales entre superficie y fondo. Pueden ser removidos por medios físicos o mecánicos a través de procesos de filtración o de sedimentación. Se incluyen en esta clasificación las grandes partículas que flotan, tales como las arcillas, sólidos fecales, restos de papel, madera en descomposición, partículas de comida y basura.

Los sólidos suspendidos se dividen a su vez en dos grupos: sedimentables y coloidales. La parte de sólidos en suspensión que por tamaño y peso pueden sedimentar al lapso de una hora en el cono imhoff, se denomina sedimentables.

Se le denomina coloidales a la diferencia entre sólidos sedimentables y sólidos suspendidos totales.

La materia orgánica biodegradable se compone principalmente de proteínas, carbohidratos y grasas. Estos compuestos pueden medirse a través de métodos que toman al oxígeno como parámetro. Entre ellos se conoce la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO) (Metcalf and Eddy. 2003).

1.5.2.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La DBO es el parámetro más importante en el control de la contaminación del agua. Este dato se utiliza como medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en la muestra de agua y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aerobia (R. Ramalho, 1996). Es un método indirecto que dura 5 días y mide la cantidad de oxígeno que consume una población microbiana en crecimiento para convertir la materia orgánica en CO_2 y H_2O en un sistema cerrado. El oxígeno que se consume, o DBO, es proporcional a la materia orgánica transformada y por lo tanto la DBO es una medida relativa de la materia orgánica.



Figura 4. Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno por el Método de modificación de azida

Cuando mayor es la DBO, esto es, cuanta más materia orgánica está presente, mayor es el problema que crea la descomposición de la misma. La actividad metabólica de las bacterias que necesitan oxígeno puede reducir el contenido normal de Oxígeno Disuelto (OD) en una corriente o lago hasta menos de 1 mg/L,

abajo del cual la mayor parte de los peces son incapaces de sobrevivir. Cuando todo el OD desaparece, se presentan condiciones anaerobias y se generan olores desagradables. Puesto que la cantidad de OD en aguas disminuye al aumentar la temperatura, la cantidad de oxígeno en las corrientes es más crítica para la vida acuática en el verano (cuando los flujos son bajos y las temperaturas altas) que en el invierno.

1.5.2.3. Demanda Química de Oxígeno (DQO)



Figura 5. Determinación de la Demanda Química de Oxígeno por método de reflujo cerrado.

La demanda química de oxígeno mide la cantidad de oxígeno equivalente a la parte orgánica de una muestra que sea susceptible a oxidaciones con agentes oxidantes fuertes, como dicromato en soluciones ácidas hirviendo.

El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica. La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al alto número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica. Por tal razón este parámetro es de utilidad para caracterización de aguas residuales con presencia de descargas industriales.

En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre los valores de la DBO y la DQO. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento (Metcalf and Eddy, 1996).

1.5.3. Niveles de tratamiento de aguas residuales

Las alternativas para el tratamiento de aguas residuales municipales o la serie de procesos de tratamientos dependen de un cierto número de factores, entre los que se incluyen: características del agua residual, calidad del efluente de salida y los costes y disponibilidad de terrenos. Debido a estos factores, los tipos de tratamiento se agrupan en tres categorías principales: Primario, Secundario y Terciario o Avanzado (Mackenzie, D. 2005).

El tratamiento primario implica la reducción de sólidos en suspensión o el acondicionamiento de las aguas residuales para su descarga en los cuerpos de agua receptores o para pasar a un tratamiento secundario. Los tipos fundamentales de tratamientos primarios son: el cribado o desbrozo, la sedimentación, la flotación y la neutralización y homogeneización.

La expresión de tratamiento secundario se refiere a todos los procesos de tratamiento biológico, tanto aerobios como anaerobios, de las aguas residuales (R. S. Ramalho 1996). Es posible tratar casi cualquier tipo de agua residual con métodos biológicos, siempre y cuando exista un control del ambiente y el análisis preliminar sea adecuado. Las lagunas de estabilización son un ejemplo claro de tratamiento secundario.

La construcción de lagunas de estabilización, como solución al problema de tratamiento y disposición de aguas residuales, es apropiada tanto para industrias como para poblaciones pequeñas y ciudades grandes. Sin embargo, hay localidades donde el costo y la falta de disponibilidad de terreno hacen que la selección del proceso de tratamiento sea diferente (Romero Rojas Jairo A. 1999).

1.5.3.1. Tratamiento Secundario mediante Lagunas de Estabilización

Las lagunas de estabilización son un sistema de tratamiento de aguas residuales basado en el principio de autopurificación o estabilización natural que se lleva a cabo en fuentes hídricas, como ríos, lagos y lagunas, mediante procesos naturales de tipo físico, químico y biológico. El tratamiento consiste en almacenar el agua residual durante un periodo o tiempo de retención determinado en función de la carga orgánica aplicada, el volumen de la laguna y las condiciones climáticas del sitio. Así, a través de la actividad biológica de los microorganismos presentes en el medio, estos factores permiten la descomposición de la materia orgánica.

La mayoría de los países de clima tropical ofrecen condiciones ideales para el tratamiento de las aguas residuales mediante procesos naturales, como es el caso de las lagunas de estabilización. Esto se debe principalmente a la temperatura ambiente (Rolim, S. 1990).

Debido a las reacciones biológicas antes mencionadas, las lagunas de estabilización se pueden clasificar en Lagunas Aerobias, Lagunas Anaerobias y Lagunas Facultativas. Y, según la disposición en el proceso de tratamiento se les clasifica como Lagunas en Serie y Lagunas en Paralelo.

1.5.3.1.1. Lagunas Aerobias

Operan en presencia del aire y son poco profundas, varían normalmente de 0.3 a 0.5 metros, lo que origina la proliferación de algas que suministran una buena parte del oxígeno necesario. Se logran eficiencias de DBO de 65% a 75%. En las lagunas aeróbicas las sustancias desagradables suspendidas y disueltas son estabilizadas por la flora aeróbica microbiana. La desventaja principal es la cantidad de terreno que requieren.

1.5.3.1.2. Lagunas Anaerobias

Este proceso opera bajo una condición de ausencia de aire u oxígeno libre y está caracterizado por el empleo de una alta carga orgánica y, por consiguiente, un corto período de retención. El aspecto físico de estas lagunas va de coloración gris a negro cuando, por efecto de una carga adecuada, presentan condiciones de fermentación del metano.

Entre las ventajas de las lagunas anaeróbicas se mencionan: el bajo costo, en razón de su reducido requisito de área y su especial atractivo para el tratamiento de desechos de altas concentraciones. Sin embargo, entre los aspectos desfavorables de su uso están: la alta sensibilidad a factores ambientales y operativos como temperatura y variaciones bruscas de carga y de pH, lo cual puede producir períodos de baja eficiencia con un efluente de calidad pobre; la producción de malos olores, que impide su ubicación en lugares cercanos (500 m) de zonas habitadas; y el efluente del proceso tiene un alto contenido de materia orgánica y color, lo que hace necesario una siguiente fase de tratamiento (Yáñez, F. 1993).

1.5.3.1.3. Lagunas Facultativas

Es una combinación de las dos anteriores; posee una profundidad que varía normalmente entre 1.50 y 2.00 metros y una cantidad de materia orgánica o carga orgánica por unidad de volumen que permite el crecimiento de organismos aeróbicos y facultativos (estos últimos pueden reproducirse tanto en presencia como en ausencia de oxígeno). Es el tipo de lagunas más usado en Nicaragua por su flexibilidad puesto que éstas requieren menos terreno que las aerobias y no producen los posibles olores de las anaerobias. Como en todos los procesos biológicos, el factor que afecta su eficiencia es la temperatura. Las eficiencias esperadas en estas lagunas van desde el 60% hasta el 85% en reducción de

DBO. La eficiencia en la reducción de bacterias puede alcanzar valores del 99.99%, debido a los tiempos de retención hidráulicos tan prolongados.

Como todo sistema de tratamiento de aguas residuales, aún con su simplicidad operacional, las lagunas de estabilización pueden presentar problemas en la calidad del efluente, por lo que se hace necesario ejecutar los correctivos requeridos para su solución.

La tabla 1 muestra los resultados de un estudio realizado por ENACAL que determinó que en Nicaragua prevalecen los sistemas de tratamientos lagunares con lagunas facultativas dispuestas en serie (primaria y secundaria), correspondiendo a la mitad de las plantas existentes, de las cuales únicamente el sistema de Masatepe cumplía con la calidad exigida en el decreto 33-95.



Figura 6. Laguna facultativa secundaria de la Planta de Tratamiento de la ciudad de Masaya.



Tabla 1: Caracterización de las Lagunas de Estabilización de Nicaragua

Localidad	Caudal m ³ /d	Laguna Primera seguida de Laguna Secundaria								Porcentaje de Reducción			
		DBO5 mg/l		DQO mg		SS mg/l		C.F. NMP/100ml		DBO5	DQO	SS	C.F.
		Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente				
Chinandega/Cementerio	(04) 4749	411	82	642	327	399	178	3.30E+07	8.00E+05	80.0%	49.1%	55.4%	97.58%
Chinandega/R. González	(05) 5178	432	58	497	248	273	160	1.70E+08	3.00E+05	86.6%	50.1%	41.4%	99.82%
León/Sutiava	(06) 14958	391	70	629	317	410	182	3.00E+07	9.00E+05	82.1%	49.6%	55.6%	97.00%
León/San Isidro (1)	2765	678	49	744	214	540	110	5.00E+07	2.20E+05	92.8%	71.2%	79.6%	99.56%
León/El Cocal	(06) 5265	281	56	432	148	330	90	3.00E+07	5.00E+05	80.1%	65.7%	72.7%	98.33%
Nagarote/El Patriarca	(03) 1106	514	86	904	457	786	250	3.00E+07	5.00E+06	83.3%	49.4%	68.2%	83.33%
Nagarote/Santa Elena	(06) 605	329	150	546	579	251	306	1.70E+08	2.40E+05	54.4%	-0,60%	-21,90%	99.86%
Somoto	(03) 1693	657	91	1231	314	1197	191	7.40E+07	9.90E+05	86.1%	74.5%	84.0%	98.66%
Estelí (RA+LF+LM)	(06) 9598	308	41	488	156	437	61	2.70E+08	4.00E+06	86.7%	68.0%	86.0%	98.52%
Tipitapa-Bocana	493	520	50	872	342	558	156	2.20E+08	8.00E+04	90.4%	60.8%	72.0%	99.96%
San Rafale del Sur	(06) 525	507	65	525	312	310	190	1.10E+08	2.30E+04	87.2%	40.6%	38.7%	99.98%
San Marcos	(6) 516	465	41	602	178	367	60	8.00E+04	4.80E+04	91.2%	70.4%	83.7%	99.94%
Granada	(5) 4060	385	61	699	238	395	129	5.00E+07	3.30E+05	84.2%	66.0%	67.3%	99.34%
Masaya	(3) 5296	486	119.5	785.5	453	452	277.5	1.15E+08	8.50E+05	75.4%	42.3%	38.6%	99.26%
Rivas	(05,06) 2799	219	32	647	275	253	147	8.50E+07	2.40E+06	85.4%	57.5%	41.9%	97.18%
San Juan del Sur (2)	422	324	37	583	125	437	50	9.00E+07	2.80E+06	88.6%	78.6%	88.6%	96.89%

CAPÍTULO II: CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL EFLUENTE



Figura 7. Efluente color verdoso de una de las lagunas secundarias en la Planta de Tratamiento de la ciudad de Masaya.

Las lagunas de estabilización se destacan por su alto grado de eficiencia en la reducción de organismos patógenos y la demanda bioquímica de oxígeno. Sin embargo, descargan apreciables concentraciones de sólidos en suspensión en forma de algas

unicelulares. No habría ningún problema con esto, si el efluente cayera en un cuerpo de agua lótico como los ríos, sin

embargo, en el caso de estudio, el efluente es depositado en la laguna de Masaya, considerado cuerpo de agua léntico, produciendo la eutrofización de la laguna.

El Decreto 33-95 de la República de Nicaragua *Disposiciones para el control de la contaminación proveniente de las descargas de aguas residuales domesticas, industriales y agropecuarias* afirma que “Para asegurar un efluente de calidad secundaria, los sólidos suspendidos y la DBO deben ser inferiores a 80 mg/L y 90 mg/L, respectivamente”. La experiencia demuestra que en muchas ocasiones el efluente de las lagunas no satisface dicho requerimiento para sólidos suspendidos, debido a la concentración de salida de algas, lo que hace necesaria una serie de procesos adicionales de reducción de sólidos para separar la biomasa en suspensión. Métodos como micro-filtración, flotación, filtración rápida en arena, tratamiento con carbón activado y cloración son evidentemente onerosos para tratamiento de efluentes de lagunas de estabilización (Romero Rojas Jairo A. 1999). Por lo tanto, en este capítulo se describe el área de estudio de la investigación, así como la metodología utilizada y resultados obtenidos en la caracterización del efluente del PTAR-M.

2.1. Descripción del Área de Estudio

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Masaya (PTAR-M) consiste en un Sistema de Lagunas de Estabilización que se encuentra ubicado al nor-oeste de la ciudad de Masaya, a orillas de la laguna del mismo nombre (Ver figura 1); cuya posición geográfica se encuentra entre las siguientes coordenadas:

Latitud $11^{\circ} 59' 06''$

Longitud $86^{\circ} 06' 30''$

Altitud 210 m.s.n.m.

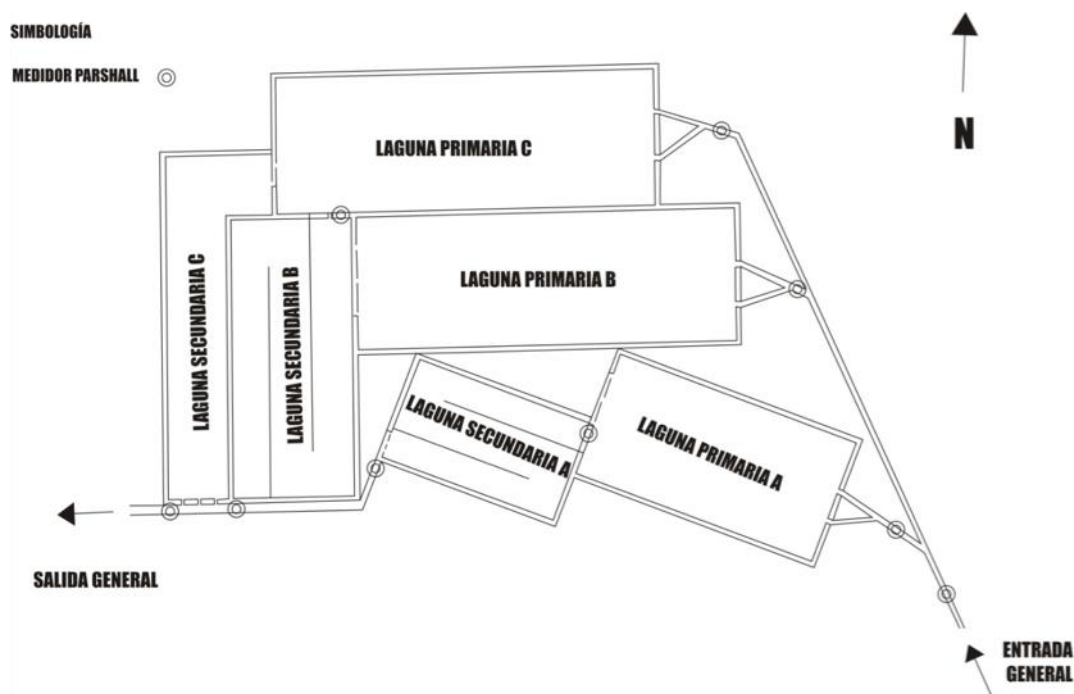


Gráfico 1: Diagrama de Planta de tratamiento de Masaya (Blanco, M. y Lanuza, C. 2001)

Estas lagunas son alimentadas por la red de alcantarillado sanitario de Masaya, constituida por 6000 conexiones, la cual corresponde cerca del 60% de las conexiones de agua potable.

El gráfico 1 muestra que el sistema de tratamiento está compuesto por tres lagunas primarias facultativas y tres lagunas secundarias facultativas que operan en serie formando tres módulos. Como tratamiento preliminar solamente tiene un desarenador y rejillas para separar el material grueso.

El efluente de cada laguna primaria fluye a la secundaria respectiva por medio de cuatro vertederos triangulares. Dichos vertederos descargan a un canal colector de mampostería a una única entrada en cada laguna secundaria. Cada laguna secundaria descarga a través de tres vertederos al canal colector del efluente. En el orden, primero descarga la laguna secundaria A, el flujo pasa por un medidor Parshall, aguas abajo en el mismo canal descarga la laguna secundaria B, el flujo de ambos efluentes pasan por otro medidor Parshall, luego aguas abajo, siempre en el mismo canal, descarga la laguna secundaria C, el flujo total del efluente de las tres lagunas pasa por un último medidor Parshall, que permite obtener el efluente total del sistema, o descarga general. Como se puede observar en la figura 2, aguas abajo el canal hace la descarga general del sistema por medio de una tubería que desagua en caída libre en la laguna volcánica de Masaya (Blanco, M. y Lanuza, C. 2001).



Figura 8: Vista aérea de Sistema de tratamiento de Masaya (Google Earth)



Figura 9: Vista aérea Del punto de descarta de la PTAR-M (Google Earth)

2.2. Metodología utilizada para la caracterización Físico química del efluente

2.2.1. Universo

El universo abarcó el efluente total procedente del sistema de lagunaje de la ciudad de Masaya.

La medición del caudal (universo) se realizó mediante la lectura del medidor Parshall ubicado en la salida de la Planta de Tratamiento, el cual contiene una tabla que indica el volumen del efluente en relación a la altura del agua (Tabla 2) o por medio de la siguiente ecuación:

$$Q = 0.535HA_g^{1.53}$$

Donde HA_g = altura de agua

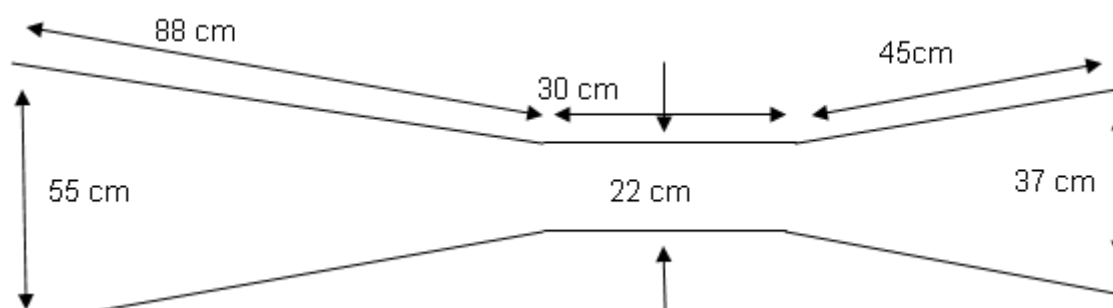


Gráfico 2: Diagrama de medidor Parshall ubicado en salida general del sistema de lagunaje de la ciudad de Masaya. Ancho de garganta 22 cm



Figura 10: Canal Parshall en la salida general de la PTAR-M.

La siguiente tabla fue utilizada para la medición del caudal en la salida de la PTAR-M, en donde a cada altura de agua en el medidor le corresponde su

respectivo caudal en l/s. Es una forma práctica de calcular el caudal en caso de querer usar la fórmula anterior.

Tabla 2: Volumen del efluente en relación a la altura del agua en el medidor

Parshall

Hag (m)	Q m ³ /s	Q l/s
0,01	0	0,5
0,02	0,001	1,3
0,03	0,003	2,5
0,04	0,004	3,9
0,05	0,005	5,5
0,06	0,007	7,2
0,07	0,009	9,1
0,08	0,011	11,2
0,09	0,013	13,4
0,1	0,016	15,8
0,11	0,018	18,3
0,12	0,021	20,9
0,13	0,024	23,6
0,14	0,026	26,4
0,15	0,029	29,4
0,16	0,032	32,4
0,17	0,036	35,6
0,18	0,039	38,8
0,19	0,042	42,2
0,2	0,046	45,6
0,21	0,049	49,1
0,22	0,053	52,8
0,23	0,056	56,5

2.2.2. Muestra

Para la caracterización del efluente de la PTAR-M, se tomaron 2 muestras puntuales en la salida del Sistema: una muestra al inicio y otra muestra al final de los sondeos. La caracterización se calculó promediando los dos resultados obtenidos en los dos muestreos. Los parámetros evaluados fueron:

- Demanda Química de Oxígeno
- Demanda Bioquímica de Oxígeno
- Fósforo Total

- Sólido Suspendido Total
- Aceites y Grasas
- Sustancias activas al azul de metileno
- Nitrógeno Amoniacal
- Coliformes Fecales

2.3. Resultados y Análisis

2.3.1. Caudal del Efluente

A continuación se muestra un promedio de los caudales registrados a la Salida de la PTAR-M en todas las rondas de muestreo:

Tabla 3: Cálculo de caudal del Efluente de la PTAR-M

Hora	Hag (m)	Q m ³ /s	Q l/s
8:00:00	0,38	0,122	121,74
9:00:00	0,25	0,064	64,15
10:00:00	0,25	0,064	64,15
11:00:00	0,25	0,064	64,15
12:00:00	0,26	0,068	68,12
13:00:00	0,26	0,068	68,12
14:00:00	0,27	0,072	72,17
15:00:00	0,265	0,070	70,13
16:00:00	0,28	0,076	76,30
17:00:00	0,27	0,072	72,17
Promedio	0,2735	0,074	73,60

Según los resultados de la tabla 3 se puede analizar que el caudal de la PTAR-M no tiene un flujo constante debido a que el caudal varía en dependencia de la hora en que se realizó la medición. Estos datos tienen mucho sentido considerando que al tratarse de aguas residuales municipales, el caudal aumenta en horas picos de consumo de agua potable por parte de los pobladores. En promedio el caudal de la PTAR-M es de **0,074 m³/s o 73,60 lts/s**. En el gráfico 3 se muestra la variación del caudal en relación al horario del muestreo.

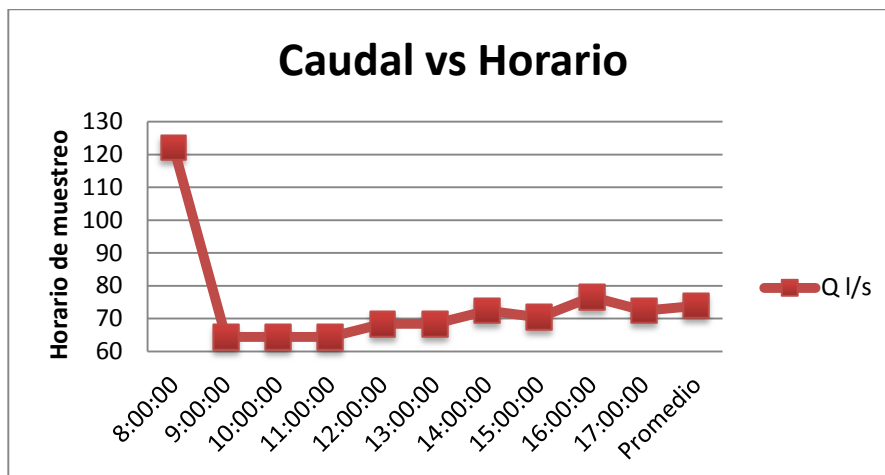


Gráfico 3: Variación de Caudal en relación al horario de muestreo.

El gráfico 3 muestra claramente que en el horario de 8:00 am el caudal aumenta considerablemente y luego, en el resto del día disminuye hasta volver a aumentar un poco al final de la tarde.

2.3.2. Caracterización de la PTAR-M

Para caracterizar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Masaya, bastó con comparar los resultados obtenidos en dos muestreos, con los límites máximos permisibles del Decreto 33-95 en su capítulo VI. De haber contado el autor con suficiente financiamiento, se hubiese hecho una caracterización más exacta con un mayor número de muestreos.

A continuación se muestra la tabla de resultados obtenidos de los análisis de laboratorio elaborados en el Programa Institucional de Estudios Nacionales y Servicios Ambientales (PIENSA-UNI). Dichos resultados son respaldados por los informes de laboratorio que se encuentran en Anexo.

Tabla 4: Caracterización del efluente de la PTAR-M

Método SM	Ensayo Realizado Parámetros	Unidad	VALOR DE CONCENTRACIÓN			Rangos y límites máximos Permisibles POB. >75000
			Afluente Filtros	Afluente Filtros	Prom. Afluentes	
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	203,54	265	234,27	180
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	64,16	75	69,58	90
4500-C	Fósforo Total	mg/l	11,42	3,37	7,395	NE
2540-D	Sólido Suspendido Total	mg/l	109	115	112	80
5520-B	Aceites y Grasas	mg/l	1,4	6,1	3,75	10
5540-C	Sustancias activas al azul de Metileno	mg/l	2,01	1,15	1,58	3
5520-D	Nitrógeno Amoniacal	mg/l	27,45	19,26	23,355	NE
9221E	Coliformes Fecales	NMP/100 ml			1,6*10⁵	<5,0*10 ³

En el siguiente gráfico se muestra la diferencia entre los valores de DQO, DBO5 Y SST con los límites máximos permisibles.

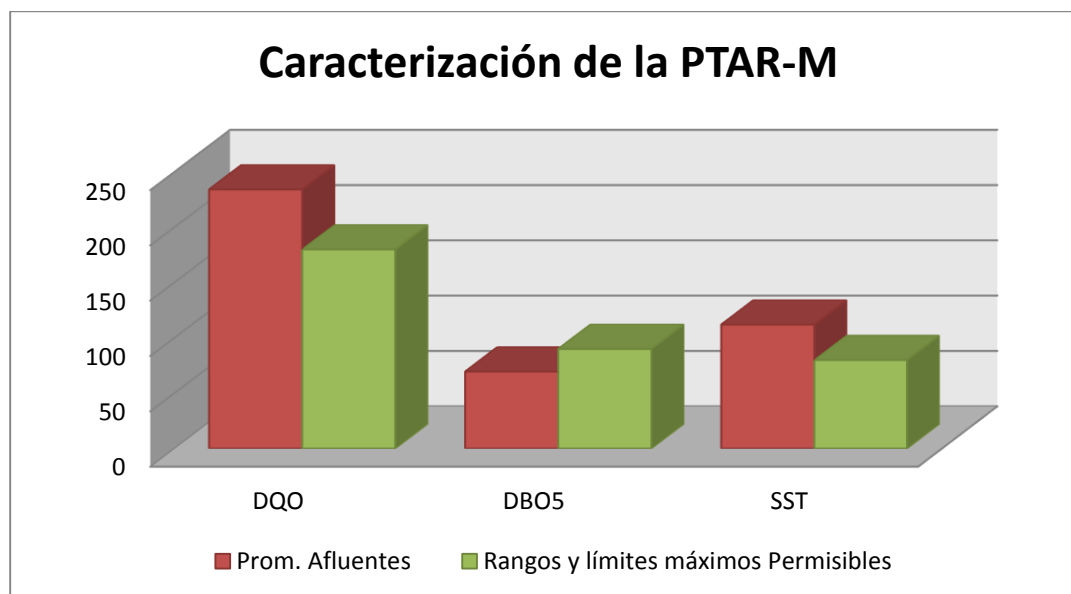


Gráfico 4: Caracterización de la PTAR-M.

En el siguiente gráfico se muestra la diferencia entre los valores de Ptotal, Aceites y grasas, Azul de metileno y Nitrógeno amoniacal con los límites máximos permisibles.

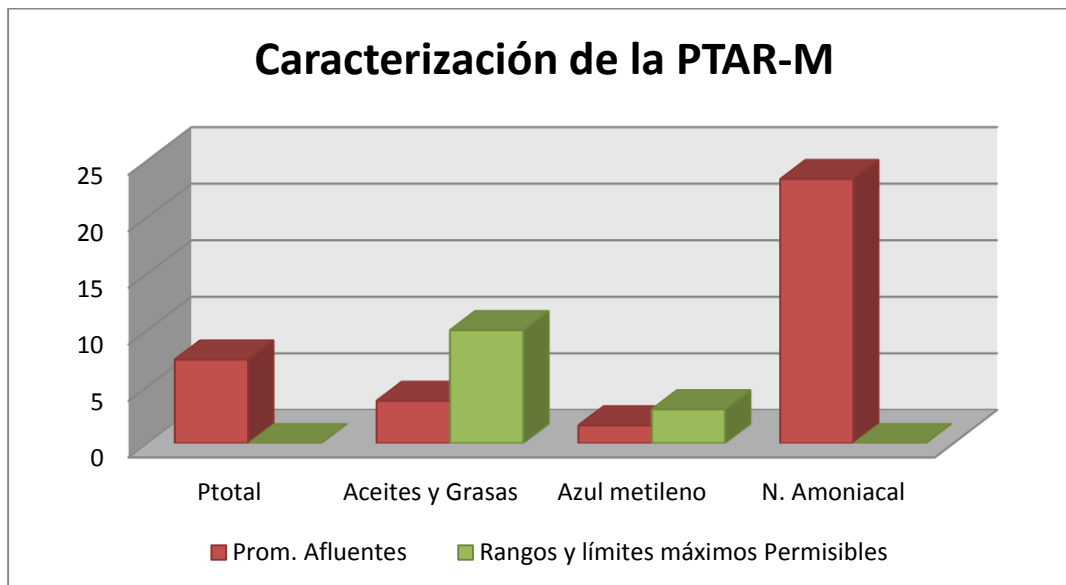


Gráfico 5: Caracterización de la PTAR-M.



Figura 11: Apariencia del efluente de la PTAR-M



De acuerdo a los resultados expuestos en la Tabla 4 se puede observar que los valores promedios del efluente de la PTAR-M no cumplen con los límites máximos permisibles de algunos parámetros, tales como Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales y Coliformes Fecales. Por otro lado, se realizaron observaciones del aspecto del agua a la salida de la Planta, mostrándose el agua muy turbia, color verdoso con mucha presencia de algas y materia orgánica.

La apariencia del agua y los valores obtenidos en los análisis dan como resultado que la PTAR-M es poco eficiente en la remoción de Coliformes Fecales y DQO. En la Figura 11 se puede observar que el color del agua en el efluente de la planta es verde. Sin embargo, también se observó un color café en el efluente de una laguna secundaria, producto del exceso de materia orgánica lo que llevó a la laguna facultativa a trabajar como laguna anaerobia. La combinación de ambos efluentes produjo un color verde oscuro. Dicho aspecto, combinado con los resultados de laboratorio demuestran que la PTAR-M no cumple con los parámetros establecidos en el Decreto 33-95 en su capítulo IV en su artículo 22 y 23, lo que significa que el efluente es muy perjudicial para la laguna de Masaya como cuerpo receptor.



CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

De acuerdo al capítulo anterior, el efluente del Sistema de lagunas de estabilización de Masaya es inadecuado al no cumplir con los parámetros establecidos en las Normas técnicas de Nicaragua. En este caso, Mackenzie D. en su libro sobre *Ingeniería y Ciencias Ambientales* (2005) sugiere que cuando las concentraciones residuales del tratamiento secundario son inadecuadas se deben aplicar procesos adicionales de tratamiento a la descarga secundaria.

Experimentos realizados por estudiantes de la UNAN-Managua en la laguna de Estabilización de San Marcos, demuestran que un filtro biológico vertical puede reducir más del 80% de Sólidos Suspendidos Totales y 50% de DBO y DQO por lo que éste sería un tratamiento efectivo para que el efluente de la Laguna de Estabilización alcance los parámetros establecidos en el decreto 33-95 (Altamirano, M. Et al, 2008).

En el presente capítulo se abordarán los conceptos básicos y características de los filtros biológicos Aerobios como unidad biológica de tratamiento para plantas de tratamientos de lagunas de estabilización, se describirá cada componente del prototipo de filtro biológico aeróbico diseñado para luego poder evaluar las boquillas de botellas plásticas.



3.1. Filtro Biológico Aerobio

Para poder evaluar la eficiencia de las boquillas de botellas plásticas como medio filtrante, el presente estudio propuso el uso de filtros Biológicos Aerobios como unidades experimentales, debido a varios factores entre los que se destacan:

- Son tecnología compacta que no requiere mucho espacio ni elevados costos para su construcción
- La experiencia indica que los efluentes procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales se pueden filtrar biológicamente con el mismo éxito que las aguas crudas fuertemente contaminadas (Alvarado, R. 1986).

El filtro Biológico aerobio es una buena opción para este caso de estudio debido a que dentro de ellos se oxida la materia orgánica en suspensión que aún queda después del tratamiento primario y secundario. Ésta combina la sedimentación y contacto intersticial para transferir los sólidos en suspensión o flóculos a la superficie del medio filtrante. Es por esto que autores como Jordão, P & Pessôa, A. (1995) afirman que no se puede hablar de filtración propiamente dicha, pues no ocurre el fenómeno físico de filtración o separación.

La sedimentación se da a través del efecto de gravedad sobre las partículas, aunque se considera despreciable dado que la velocidad de sedimentación de éstas es mucho más pequeña en comparación a la velocidad intersticial (Velocidad del movimiento de agua dentro de los poros, así como de un poro a otros en medios porosos). El contacto intersticial es cuando se generan flóculos biológicamente activos de organismos vivientes. Además de estos procesos, también se presenta el fenómeno de adsorción que no es más que la tendencia de los sólidos a formar, en su superficie, una capa de material con la cual se encuentra en contacto.

La Unidad de análisis estuvo constituida por tres modelos experimentales de filtro biológico vertical aerobio a escala, de iguales dimensiones, contruidos de paredes de laminas de metal. Inicialmente se concibió que cada filtro trabajara con diferente carga hidráulica pero al final fue difícil controlar el caudal de entrada a cada filtro, por lo que se trabajó con la misma carga hidráulica pero con diferente altura del medio filtrante como variable (h_{medio}). Dichas unidades se ubicaron de forma paralela en la salida del efluente del sistema de lagunaje de la ciudad de Masaya.

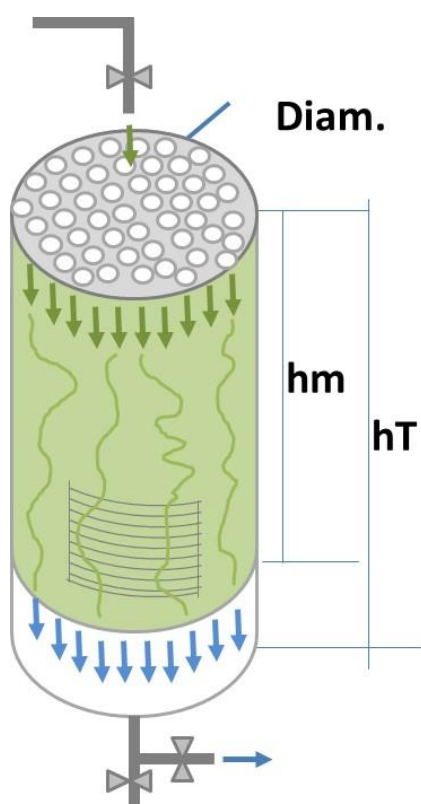


Tabla 5. Características físicas del prototipo de Filtro

Característica	Filtro 3	Filtro 2	Filtro 1
Diámetro (Diam)	0,33 m	0,33 m	0,33 m
Altura media (hm)	1,00 m	0,80 m	0,60 m
Altura Total (hT)	1,16 m	1,16 m	1,16 m
Volumen efectivo	0,09 m ³	0,07 m ³	0,05 m ³
Caudal de entrada	4,75 l/min	3,56 l/min	3,42 l/min
Tiempo Ret. Hid.	18.18 min	14.54 min	10.91 min

Gráfico 6: Modelo de Filtro Biológico Aerobio como unidad experimental

3.2. Componentes del Filtro Biológico Aerobio

El filtro biológico piloto empleado en este trabajo fue elaborado a escala y retomado del modelo propuesto por Kawano (2005) y está constituido de los siguientes componentes:

- Mecanismos de distribución de las aguas residuales
- Medio Filtrante
- Sistema de drenaje

3.2.1. Mecanismos de distribución de las aguas residuales

Se diseñó un mecanismo de distribución que posibilitara la aplicación uniforme de la carga hidráulica del efluente sobre la superficie del medio de soporte del filtro biológico, garantizando el continuo crecimiento y desprendimiento de la biopelícula y la optimización del proceso de filtración biológica aerobia.



Figura 12: Mecanismo de distribución del Efluente de la PTAR-M

Es sabido que de la eficiencia con que se humedece el área superficial, depende el comportamiento de la unidad; si el medio de soporte no es uniformemente humedecido de forma continua, no permite un buen desempeño de la unidad.

Como se observa en la figura 12, el mecanismo de distribución consistió en una tapa perforada y boquillas de botellas plásticas adheridas, del tal forma que la distribución del agua se daba de forma uniforme, una vez se alcanzaba la altura de las boquillas. Para que la distribución fuera eficiente se necesitaba que las boquillas tuvieran la misma altura y que el agua no cayera directamente en algunos orificios de la tapa.

En términos generales se consiguió una eficiente distribución del agua en los filtros. Sin embargo se tuvo que limpiar en varias ocasiones, debido a que con el tiempo se formó mucha biopelícula, obstruyendo algunos orificios; sin mencionar las hojas que caían producto de la vegetación de los alrededores.

3.2.2. Medios filtrantes

Para remover algas de efluentes de lagunas se han desarrollado filtros de piedra o medio grueso. Sin embargo, vale la pena anotar que la predicción de la vida útil del filtro de piedra es uno de los interrogantes que limita su aplicabilidad y factibilidad económica como medio de mejoramiento de efluente de lagunas de estabilización. Es por tal razón que con el propósito de experimentar con materiales alternativos a emplearse como medio filtrante, se seleccionaron las boquillas de botellas plásticas por tener aparente similitud a los anillos rasching, utilizados en unidades de filtros percoladores (ver figura 13), los cuales poseen elevado porcentaje de porosidad (normalmente >90%), grandes espacios intersticiales, alta superficie específica, resistencia a la degradación ultravioleta, fácil transporte aun en sitios alejados, facilidad de montaje y sobre todo porque

son noventa veces más livianos que los medios filtrantes rocosos cuando están en funcionamiento (Nascimento, M. 2001).



Figura 13: Anillos Rasching y boquillas de botellas plásticas.

Recientemente han sido utilizados de forma exitosa ciertos medios sintéticos para el tratamiento de residuos industriales fuertes que consisten en láminas de plástico entrelazadas y dispuestas como un panel de miel para producir material de relleno sumamente poroso y anti obstrucción (Romero J. 2000).

Dentro de los materiales de medio filtrante recomendados, los plásticos son relativamente los más empleados debido a que atienden las propiedades físicas requeridas para los procesos y admiten, con menor área superficial, una aplicación de carga orgánica más elevada. Son cerca de 30 veces más livianas que los medios rocosos, posibilitan unidades de filtración más altas y menos robustas. Sin embargo, los elevados costos han limitado su aplicación. Aquí es donde las boquillas de botellas plásticas resaltan como alternativa para ser un medio ideal al ser un material económico y duradero que posee una elevada área superficial por unidad de volumen y no se obstruye fácilmente.

La ventilación del filtro proporcionada por las ranuras laterales fue esencial para mantener condiciones aerobias y lograr una buena eficiencia. La porosidad apropiada dentro del medio del filtro, la diferencia de temperatura entre el aire y el agua residual proveyó aspiración natural y suficiente aireación.

Los microorganismos que normalmente se encuentran en este tipo de filtros son: bacterias aerobias, anaerobias y facultativas, hongos, algas y protozoos (Sans F; Ribas J. 1999). El paso del agua residual permitió el crecimiento bacteriano en la superficie del medio filtrante y la formación, por lo consiguiente de una película activa (biopelícula o lama) constituida por colonias de microorganismos. La actividad biológica favoreció el desarrollo de bacterias aerobias, facultativas y anaerobias. Los hongos también pudieron estar presentes en la biopelícula compitiendo con las bacterias en la degradación de la materia orgánica.

3.2.3. Sistema de drenaje



El sistema de drenaje consistió en un fondo falso para sostener el medio filtrante plástico y al extremo de la unidad un fondo en forma de embudo con una tubería de $\frac{1}{2}$ pulgada en el centro de donde se drenaba el agua tratada. A la salida se dispuso una llave de pase para la toma de las muestras.

Figura 14: Sistema de drenaje del Filtro Biológico Aerobio.

El efluente de cada filtro fue recolectado a través de una tubería en la que estaban conectados los tres filtros.

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS BOQUILLAS DE BOTELLAS PLÁSTICAS

Tal como se describió en los capítulos anteriores, una vez caracterizado el efluente de la PTAR-M, se propuso un filtro biológico aerobio de flujo vertical como pos-tratamiento, usando boquillas de botellas plásticas como medio filtrante. Por lo tanto, en este capítulo se muestran los procedimientos desarrollados para evaluar la eficiencia de las boquillas de botellas plásticas como un medio filtrante para el tratamiento de efluentes de lagunas de estabilización que no cumplen los parámetros del Decreto 33-95 y finalmente se interpretan los resultados obtenidos.

4.1. Método de Recolección de la Información



Figura 15: Método de recolección de la muestra.

Para medir la eficiencia de remoción de las boquillas de botellas plásticas se tomaron muestras a la salida de cada filtro. Para recolectar la información se hizo uso de unas tablas proporcionadas por el Programa Institucional de Estudios Nacionales y Servicios Ambientales (PIENSA-UNI), en la que se determinaron algunos parámetros in situ a la entrada y la salida del filtro biológico, tales como caudal, pH, y sólidos sedimentables.

La toma de muestra, preservación, almacenamiento, rotulación y transporte de muestras al laboratorio de Aguas Residuales

del PIENSA, así como los métodos de ensayos a utilizar en el laboratorio, estuvieron regidos por lo establecido en los procedimientos de muestreo normalizados y los métodos de ensayos descritos en el Manual de Métodos

Estandarizados para el Ensayo de Aguas y Aguas Residuales 20ma. Edición, los cuales son aceptados por la APHA, AWWA, WEF y EPA. (ver tabla 5).

Tabla 6. Metodología de muestreos, materiales y métodos de ensayo utilizados

Variable	Nombre del método	Nombre del PNO (Procedimiento Normalizado de Operación)	Número de Referencia Standard Methods
pH	Potenciométrico (in situ)	PNO-LA-AN-E01.01 Determinación del pH en agua	4500-H+ .B
Sólidos Suspendidos	Gravimétrico	PNO-LA-AR-E71.01 Determinación de Sólidos Totales por el método gravimétrico	2540-D
Sólidos Sedimentables	Gravimétrico (in situ)	PNO-LA-AR-E77.01 Determinación de Sólidos Totales por el método gravimétrico	2540-F
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Modificación de azida.- Titulometría	PNO-LA-AR-E64.01 Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno por el Método de modificación de azida.	5210-B
Demanda Química de Oxígeno	Titulometrico	PNO-LA-AR-E63.01 Determinación de la Demanda Química de Oxígeno por método de reflujo cerrado.	5220-G
Aceites y Grasas	Gravimetrico	PNO-LA-AR-E77.01 Determinación de Aceites y Grasas por el método de partición gravimetrica	5520-B
Detergentes/Sustancias Activas al Azul de Metileno	Colorimétrico	PNO-AR-E78.01 Surfactantes aniónicos como SAAM	5540. C
Coliforme Fecal		Prueba de presencia- ausencia (P-A) de coliformes.	9221-E

FUENTE: American Public Health Association (APHA). Standard Methods for the Elimination of Water and Wasterwater.20th.th.Ed, Washington.

4.2. Metodología de evaluación

Para determinar la eficiencia de las boquillas de botellas plásticas como medio filtrante, la muestra estuvo constituida por un porcentaje de agua captada del efluente del sistema de lagunaje, mediante una botella plástica conectada con una tubería PVC, la cual condujo el agua a los filtros.



Figura 16: Mecanismo de captación de agua residual para el filtro

El cálculo del caudal que entró en cada filtro se hizo por medio del método volumétrico. Este método permite medir el tiempo que tarda el agua en llenar un recipiente de volumen conocido. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q=V/t$$

Donde Q: Caudal en m³/s

V: Volumen en m³ o Litros

t: tiempo en segundos

4.2.1. Métodos Generales y Particulares empleados

- **Volumen de muestra**

Con base en el instructivo de muestreo para el análisis en Aguas Residuales del Programa Institucional de Estudios Nacionales y Servicios Ambientales (PIENSA-UNI), en cada ronda de muestreo se recolectó un volumen total de 3500 ml para garantizar que la muestra sea representativa.



- **Tipo de muestra**

El tipo de muestra realizada fue compuesta: se mezclaron varias muestras puntuales procedentes de la salida de cada filtro, tomadas cada hora durante un período de 10 horas hasta completar el volumen de la muestra total.

- **Frecuencia de muestreo**

La investigación experimental inició operaciones en febrero del 2013. Se realizaron 5 rondas de muestreos a la entrada y la salida de los filtros biológicos verticales aerobios, en un período de 2 meses, es decir, una ronda de muestreo compuesto por cada semana, los cuales se hicieron de 10 horas. Solamente se pudieron hacer la mitad de las rondas debido a falta de presupuesto para continuar con los análisis.

- **Variable**

La variable a tomar en cuenta para realizar la valoración de la eficiencia de las boquillas de botellas plásticas como medio filtrante, fue la altura de capa del medio filtrante (1 m, 0.8 m, 0.6 m).

Las dimensiones del filtro, así como la carga hidráulica fueron constantes. Los indicadores de la eficiencia fueron los parámetros DBO₅, DQO y Sólidos Suspendidos Totales del Decreto 33-95 arto. 22 y 23. (Ver anexo 1).

Por medio de la siguiente Ecuación se calculó el porcentaje de la eficiencia de remoción de las boquillas de botellas plásticas para cada variable considerada en este trabajo:

$$EF_R = \frac{(MP_{pe}) - (MP_{ps})}{(MP_{pe})}$$

Donde: E_{fR} es la eficiencia de remoción, MP_{pe} es la magnitud del parámetro en el punto de entrada de filtros, MP_{ps} es la magnitud del parámetro en el punto de salida del filtro.

4.3. Resultados y Análisis

4.3.1. Resultados y Análisis por ronda de Muestreo

A continuación se presenta la tabla 7 en donde se muestran los resultados de laboratorios del primer muestreo del afluente y efluentes de los tres filtros biológicos comparados con los rangos y límites máximos permisibles en el decreto 33-95 para poblaciones mayores a 75000 personas.

Tabla 7. Resultados de análisis de laboratorio del primer muestreo.

MUESTREO Nº 1						
Método SM	Ensayo Realizado Parámetros	VALOR DE CONCENTRACIÓN				Rangos y límites máximos Permisibles Arto. 23
		Afluente Filtros	Efluente			
			Filtro 1 (0.6m)	Filtro 2 (0.8 m)	Filtro 3 (1 m)	
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	203,54	226,42	213,01	214,59	220
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	64,16	86,8	66	84,8	110
2540-D	Sólido Suspendido Total	109	118	85	109	100
5520-B	Aceites y Grasas	1,4				20
5540-C	Sustancias activas al azul de Metileno	2,01				3
5520-D	Nitrógeno Amoniacal	27,45				NE

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la Demanda Química de Oxígeno en la primera ronda de muestreo

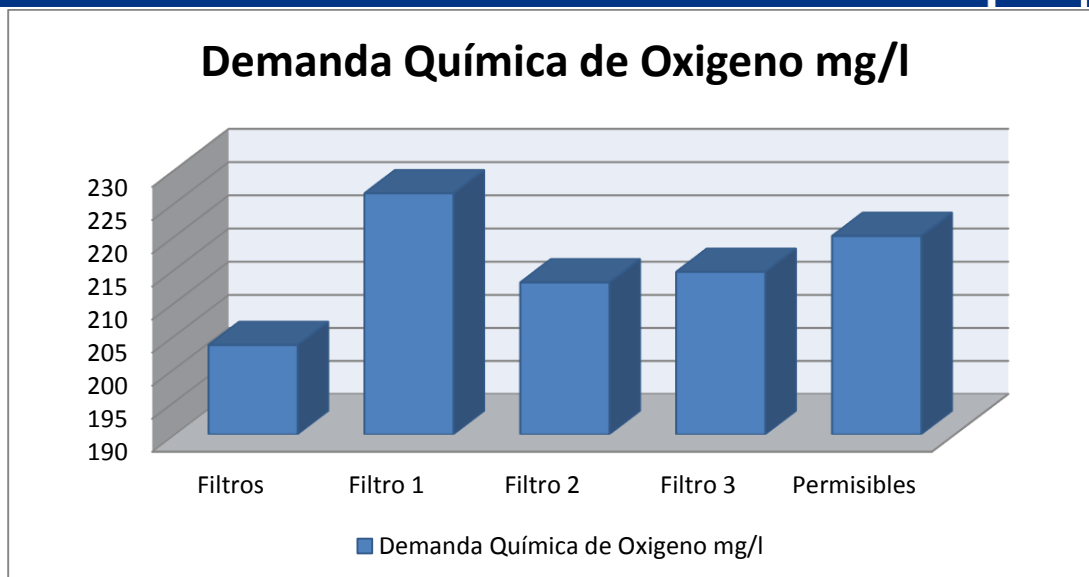


Gráfico 7. Demanda Química de Oxígeno Del primer muestreo

En el gráfico se puede observar que para la primera ronda de muestreo, el efluente de los filtros está dentro del rango máximo permisible.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la primera ronda de muestreo

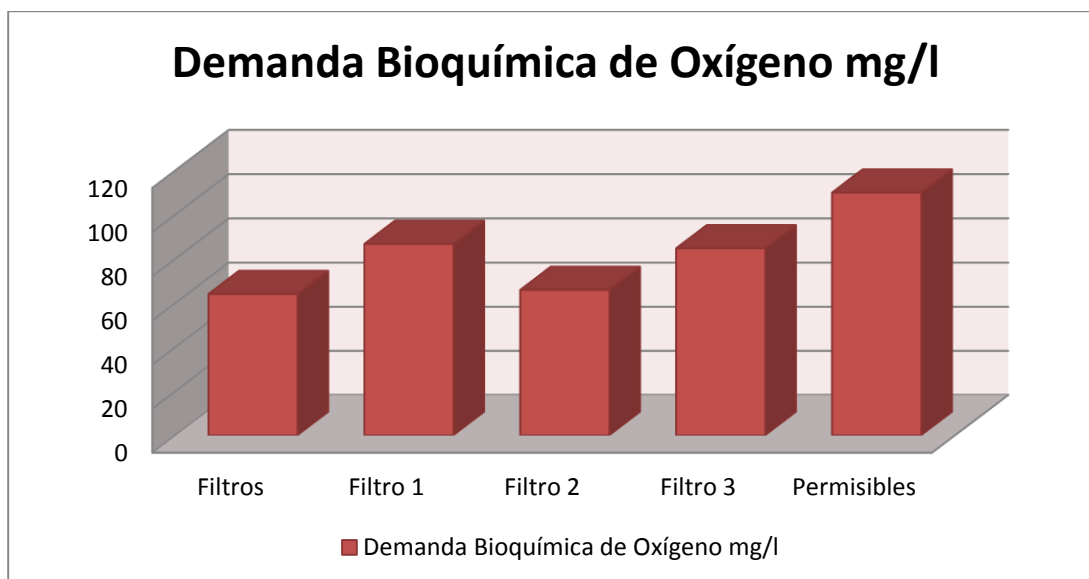


Gráfico 8. Demanda Química de Oxígeno Del primer muestreo

Se puede observar en este gráfico un comportamiento parecido en relación al gráfico anterior, en donde los valores obtenidos de Demanda Bioquímica de Oxígeno están por debajo del rango máximo permisible.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos en relación a los Sólidos Suspendidos Totales

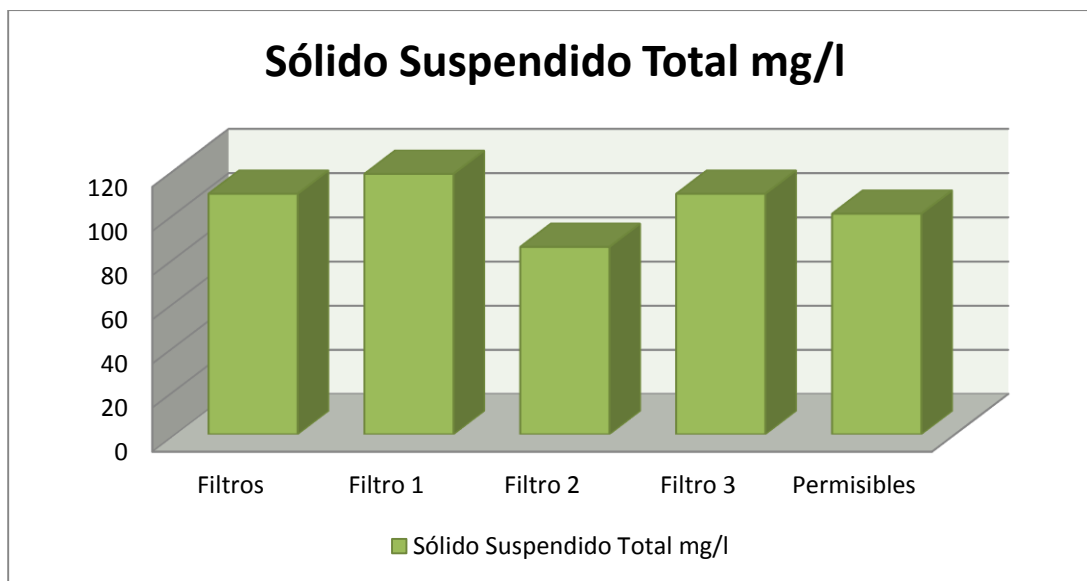


Gráfico 9. Sólido Suspendido Total del primer muestreo.

Se observa en el gráfico que hubo dificultad en que los valores de Sólidos Suspendidos Totales estuvieran por debajo del límite máximo permisible. Solamente el Filtro 2 pudo cumplir con la norma.

Para tener una mejor visión de los resultados, en el gráfico 10 se muestran los resultados de los parámetros estudiados.

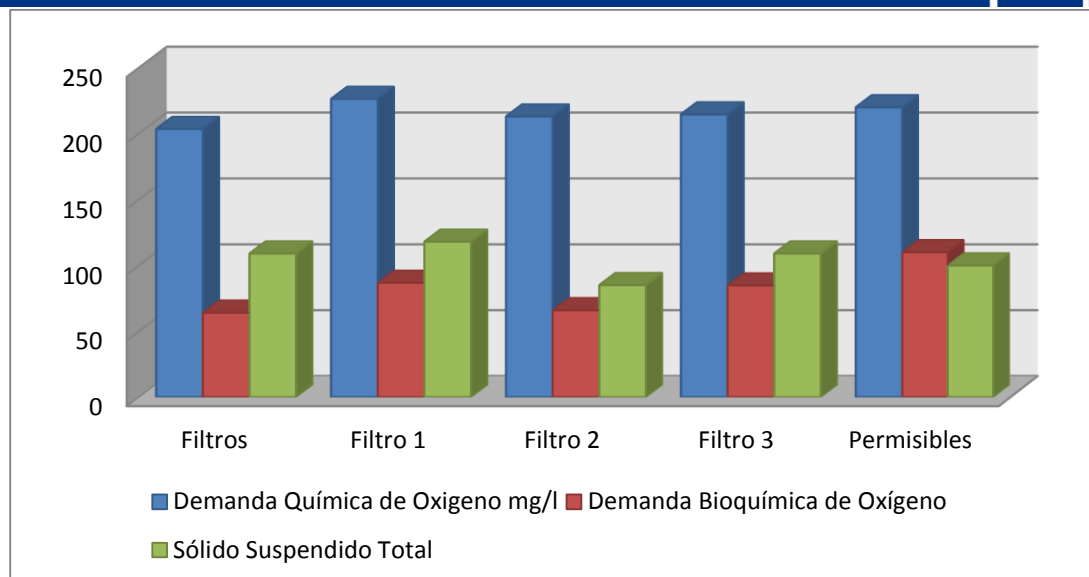


Gráfico 10. Comparación de resultados del primer muestreo.

Según la gráfica el filtro con mejores resultados en la primera ronda de muestreo fue el Filtro 2.

A continuación se presenta la tabla 8 en donde se muestran los resultados de laboratorios del segundo muestreo del afluente y efluentes de los tres filtros biológicos comparados con los rangos y límites máximos permisibles en el decreto 33-95 para poblaciones mayores a 75000 personas.

Tabla 8. Resultados de análisis de laboratorio del segundo muestreo.

MUESTREO Nº 2						
Método SM	Ensayo Realizado Parámetros	VALOR DE CONCENTRACIÓN				Rangos y límites máximos Permisibles Arto. 23
		Afluente Filtros	Efluente			
			Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	198,52	204,41	223,52	201,46	220
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	46	69,6	50,7	60,3	110
2540-D	Sólido Suspendido Total	87	102	88	104	100
5520-B	Aceites y Grasas					20
5540-C	Sustancias activas al azul de Metileno					3
5520-D	Nitrógeno Amoniacal					NE

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la Demanda Química de Oxígeno en la segunda ronda de muestreo

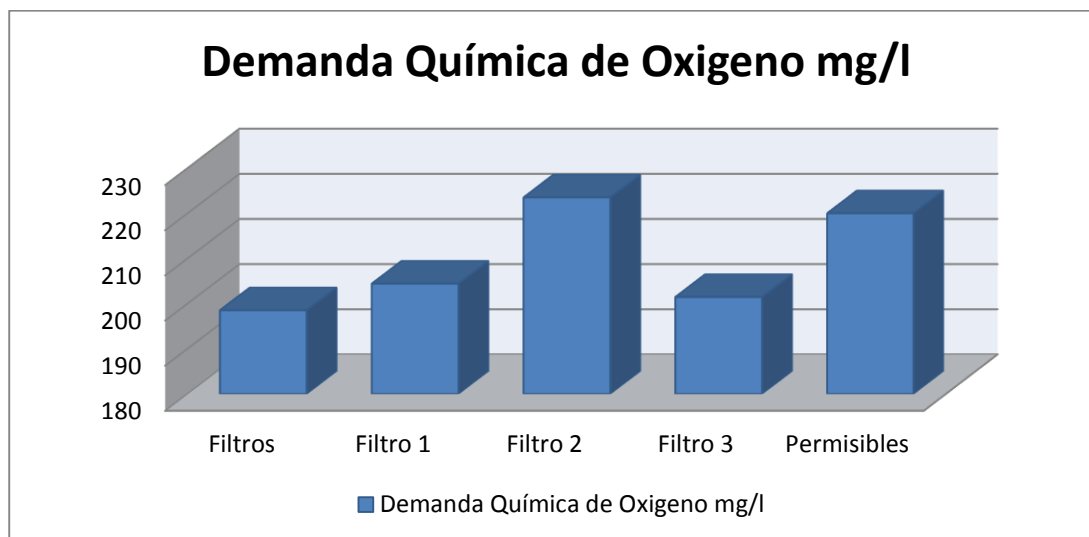


Gráfico 11. Demanda Química de Oxígeno del segundo muestreo.

En el gráfico se puede observar que para la segunda ronda de muestreo, el efluente de los filtros está dentro del rango máximo permisible a excepción del Filtro 2.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la segunda ronda de muestreo

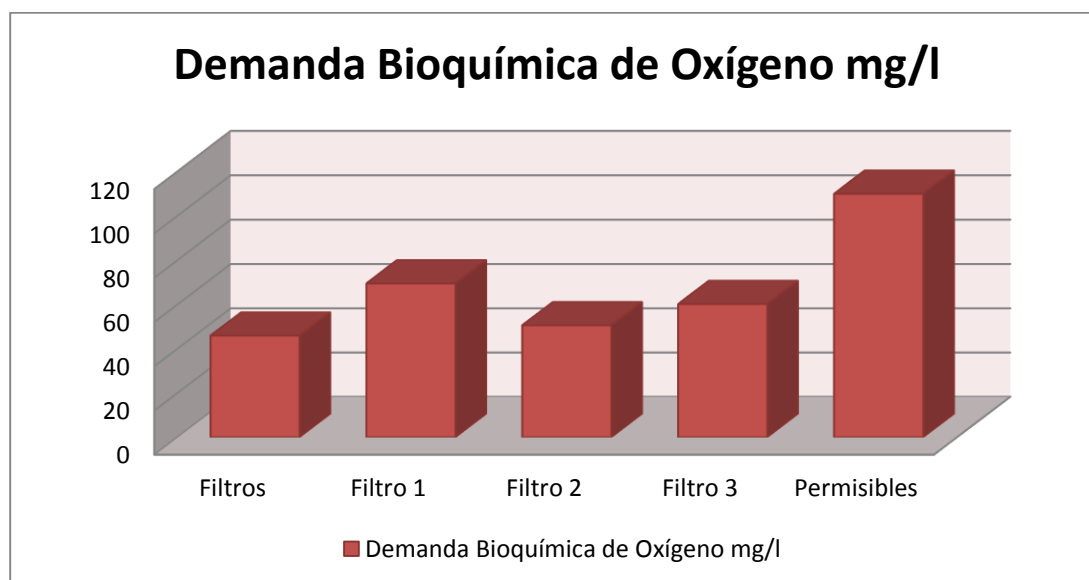


Gráfico 12. Demanda Bioquímica de Oxígeno del segundo muestreo.

Se puede observar en este gráfico un comportamiento parecido en relación al gráfico anterior, en donde los valores obtenidos de Demanda Bioquímica de Oxígeno están por debajo del rango máximo permisible. En este caso el filtro 2 experimentó el valor más bajo.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos en relación a los Sólidos Suspendidos Totales

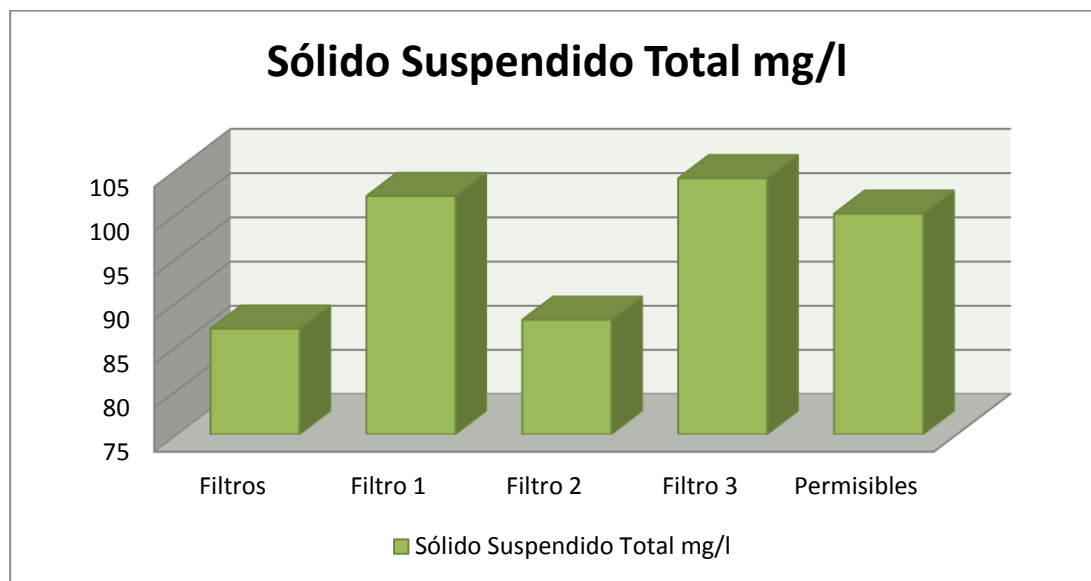


Gráfico 13. Sólido Suspendido Total del segundo muestreo

Se observa en el gráfico que hubo dificultad en que los valores de Sólidos Suspendidos Totales estuvieran por debajo del límite máximo permisible, sobre todo los filtros 1 y 3 estuvieron por encima de los límites.

Para tener una mejor visión de los resultados, en el gráfico 14 se muestran los resultados de los parámetros estudiados.

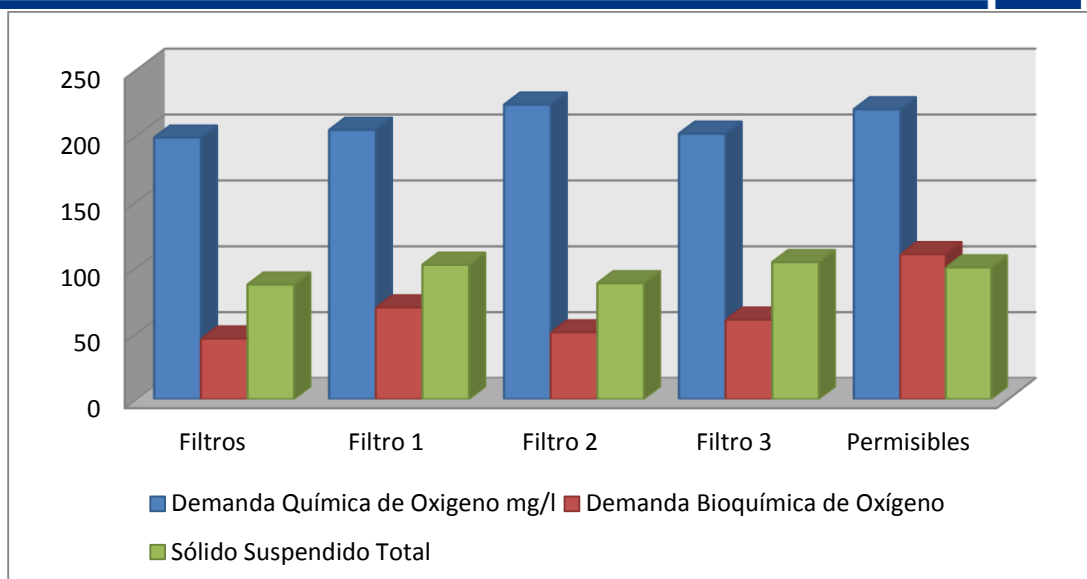


Gráfico 14. Comparación de resultados del segundo muestreo.

Según la gráfica, el filtro con mejores resultados en la segunda ronda de muestreo fue nuevamente el Filtro 2 con excepción de la Demanda Química de Oxígeno. A continuación se presenta la tabla 9 en donde se muestran los resultados de laboratorios del tercer muestreo del afluente y efluentes de los tres filtros biológicos comparados con los rangos y límites máximos permisibles en el decreto 33-95 para poblaciones mayores a 75000 personas.

Tabla 9. Resultados de análisis de laboratorio del tercer muestreo.

MUESTREO Nº 3						
Método SM	Ensayo Realizado Parámetros	VALOR DE CONCENTRACIÓN				Rangos y límites máximos Permisibles Arto. 23
		Afluente Filtros	Efluente			
			Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	
5220-C	Demanda Química de Oxigeno	228,36	198,89	254,88	237,2	220
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	76	75,5	80,5	80,5	110
2540-D	Sólido Suspendido Total	90	69	80	87	100

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la tercera ronda de muestreo.

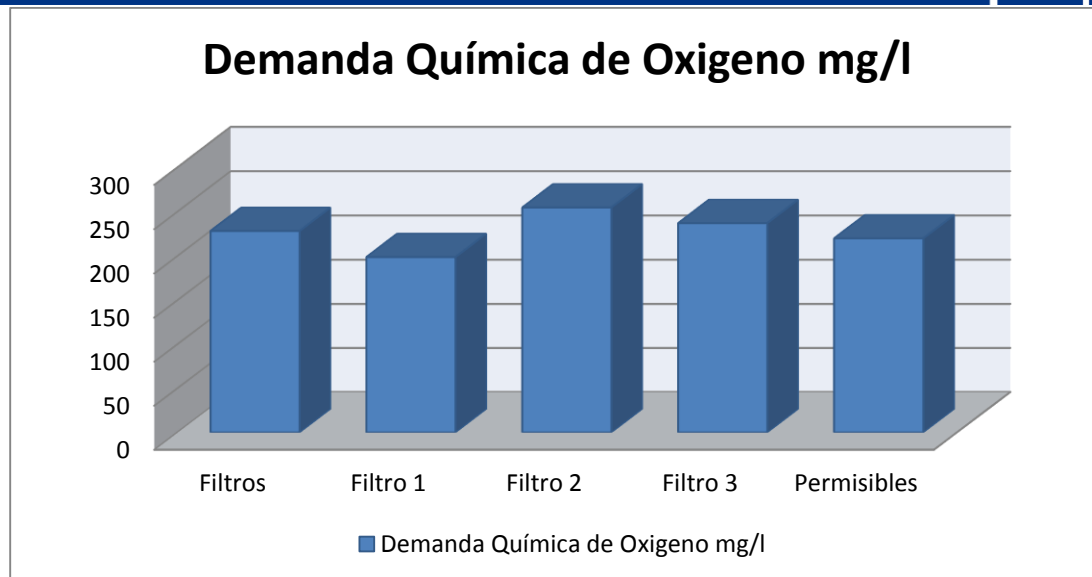


Gráfico 15. Demanda Química de Oxígeno del tercer muestreo

En el gráfico se puede observar que para la tercera ronda de muestreo, solamente el filtro 1 está dentro del rango permisible.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la tercera ronda de muestreo.

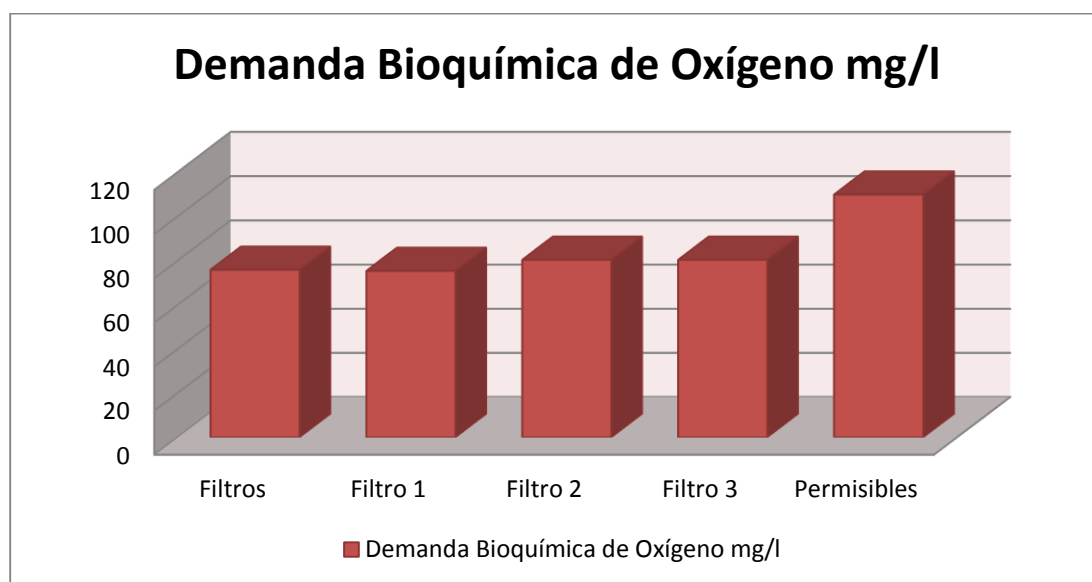


Gráfico 16. Demanda Bioquímica de Oxígeno del tercer muestreo

Se puede observar en este gráfico que los valores obtenidos en la DQO están por debajo de los límites permisibles, siendo el filtro 1 nuevamente el que registra el valor mínimo.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos en relación a los Sólidos Suspendidos Totales

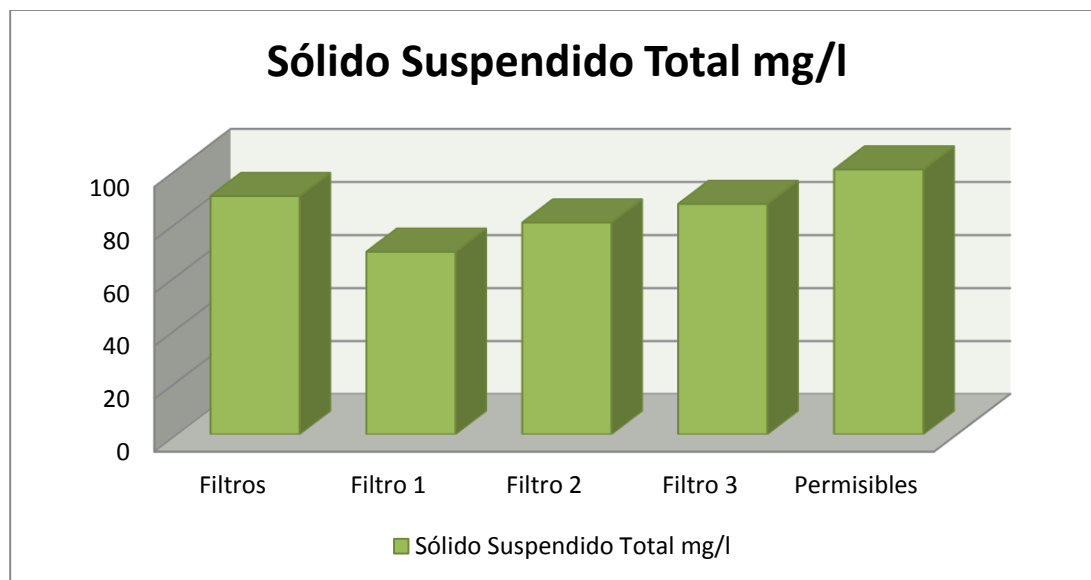


Gráfico 17. Sólido Suspendido Total del tercer muestreo

Se observa en el gráfico que los tres filtros cumplieron con los límites máximos permisibles en relación a los Sólidos Suspendidos, sobre todo el filtro 1..

Para tener una mejor visión de los resultados, en el gráfico 18 se muestran los resultados de los parámetros estudiados.

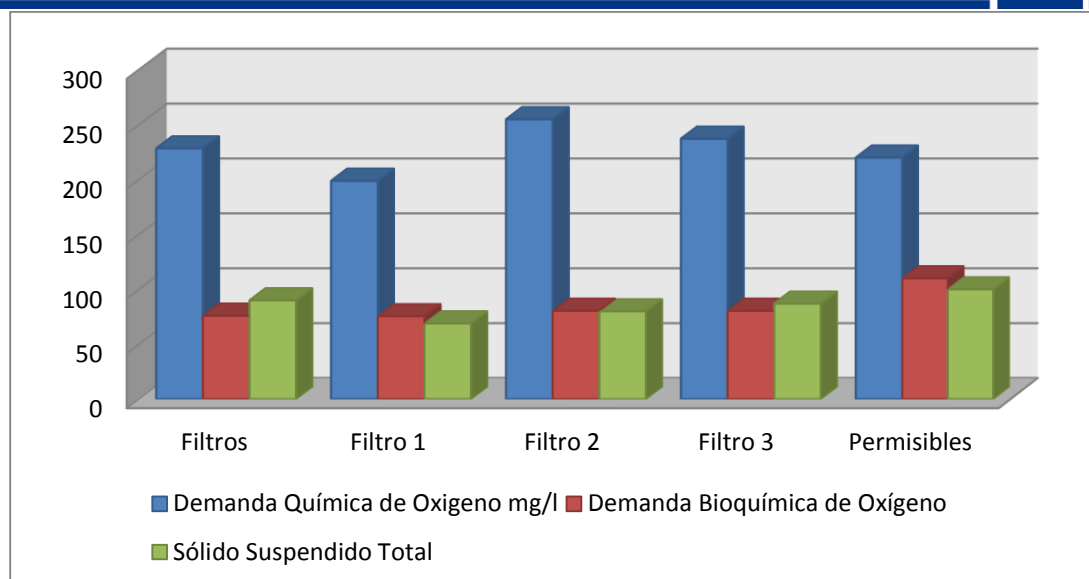


Gráfico 18. Comparación de resultados del tercer muestreo.

Según la gráfica el filtro con mejores resultados en la tercera ronda de muestreo fue el Filtro 1. También se puede observar claramente los altos valores en la Demanda Química de Oxígeno.

A continuación se presenta la tabla 10 en donde se muestran los resultados de laboratorios del cuarto muestreo del afluente y efluentes de los tres filtros biológicos comparados con los rangos y límites máximos permisibles en el decreto 33-95 para poblaciones mayores a 75000 personas.

Tabla 10. Resultados de análisis de laboratorio del cuarto muestreo.

MUESTREO Nº 4						
Método SM	Ensayo Realizado Parámetros	VALOR DE CONCENTRACIÓN				Rangos y límites máximos Permisibles Arto. 23
		Afluente Filtros	Efluente			
			Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	
5220-C	Demanda Química de Oxigeno	265,73	257,38	258,78	219,82	220
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	85,5	93	100,25	90,5	110
2540-D	Sólido Suspendido Total	131	128	125	120	100

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la cuarta ronda de muestreo.

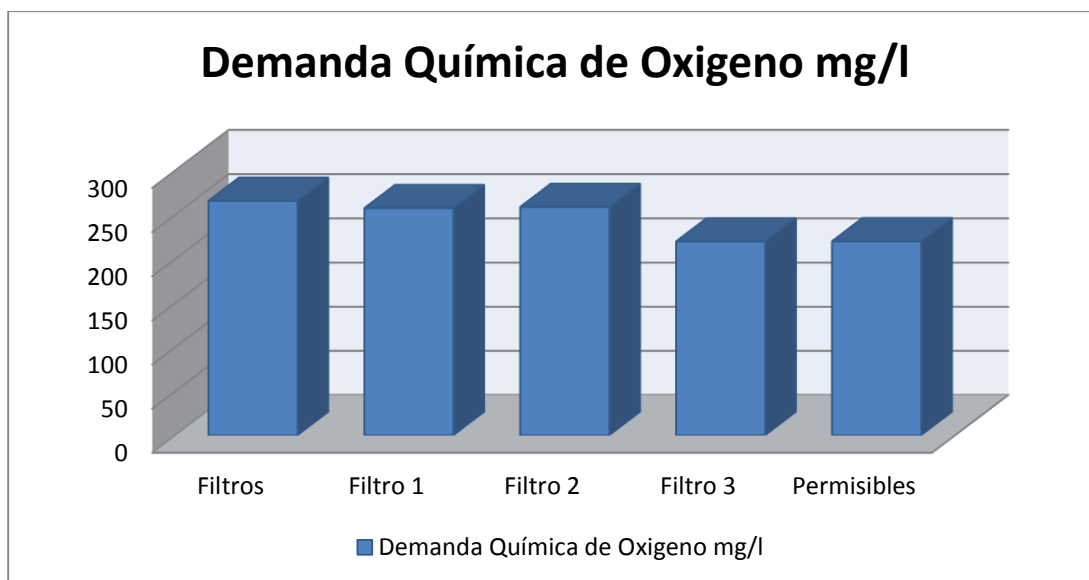


Gráfico 19. Demanda Química de Oxígeno del cuarto muestreo

En el gráfico se puede observar que para la cuarta ronda de muestreo, solamente el filtro 3 está dentro del rango permisible.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la cuarta ronda de muestreo.

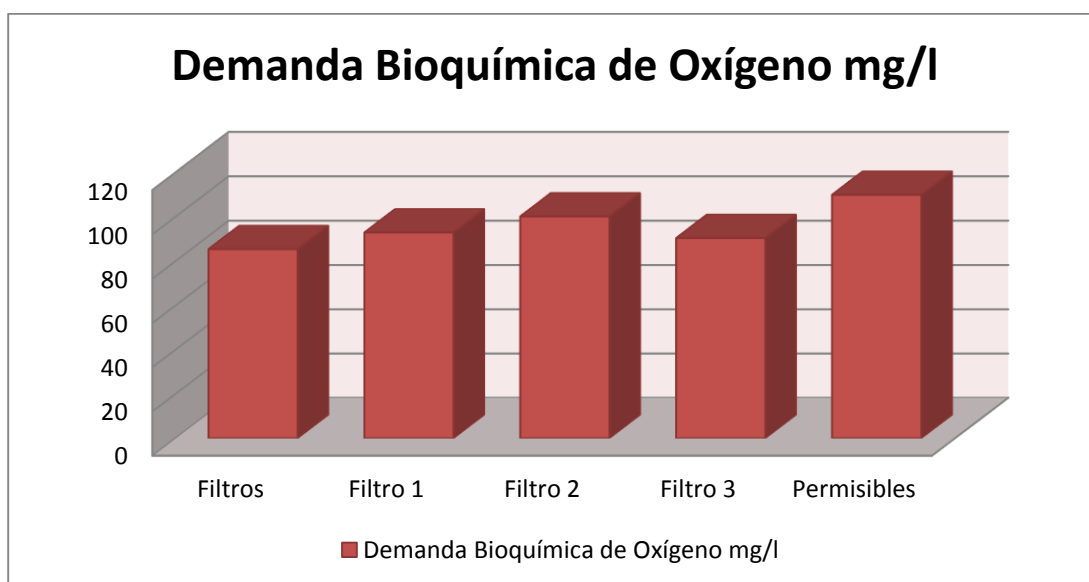


Gráfico 20. Demanda bioquímica de Oxígeno del cuarto muestreo

Se puede observar en este gráfico que los valores obtenidos en la DQO están por debajo de los límites permisibles, siendo el filtro 3 nuevamente el que registra el valor mínimo.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos en relación a los Sólidos Suspendidos Totales

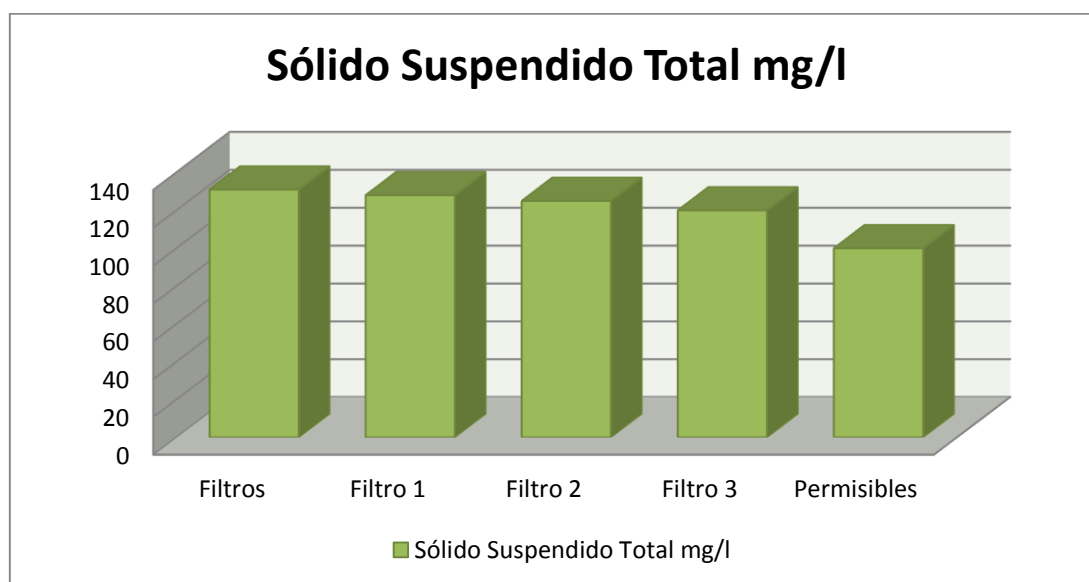


Gráfico 21. Sólido Suspendido Total del cuarto muestreo

Se observa en el gráfico que los tres filtros no cumplieron con los límites máximos permisibles en relación a los Sólidos Suspendidos, sobre todo el filtro 1.

Para tener una mejor visión de los resultados, en el gráfico 22 se muestran los resultados de los parámetros estudiados.

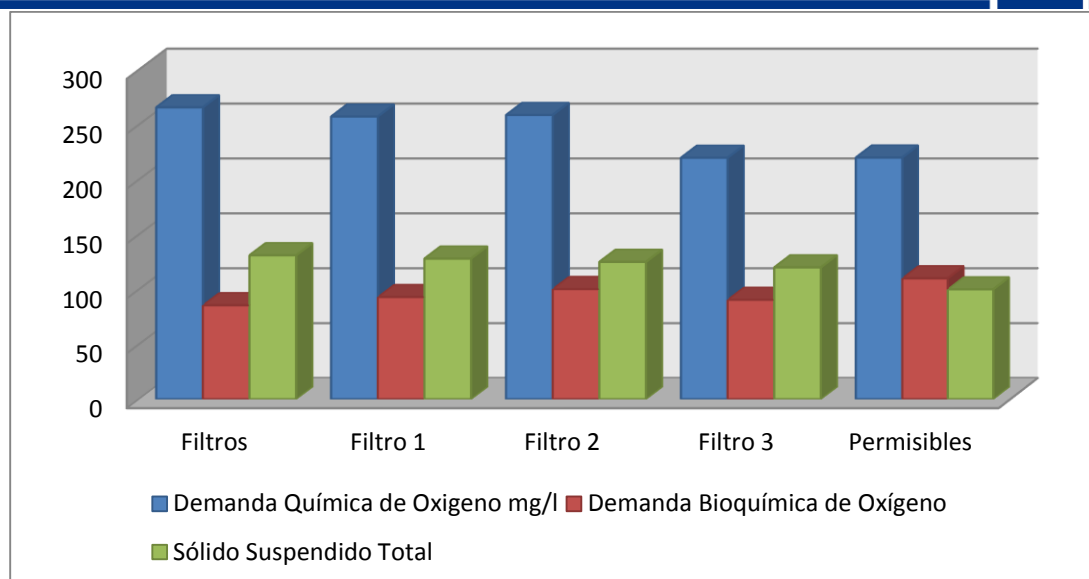


Gráfico 22. Comparación de resultados del cuarto muestreo.

Según la gráfica el filtro con mejores resultados en la cuarta ronda de muestreo fue el Filtro 3. También se puede observar claramente los altos valores en la Demanda Química de Oxígeno.

A continuación se presenta la tabla 11 en donde se muestran los resultados de laboratorios del quinto muestreo del afluente y efluentes de los tres filtros biológicos comparados con los rangos y límites máximos permisibles en el decreto 33-95 para poblaciones mayores a 75000 personas

Tabla 11. Resultados de análisis de laboratorio del quinto muestreo.

MUESTREO Nº 5						
Método SM	Ensayo Realizado Parámetros	VALOR DE CONCENTRACIÓN				Rangos y límites máximos Permisibles Arto. 23
		Afluente Filtros	Efluente			
			Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	
5220-C	Demanda Química de Oxigeno	245,31	249,4	227,59	237,13	220
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	51,66	63,33	67,5	67,5	110
2540-D	Sólido Suspendido Total	111	103	99	121	100

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la quinta ronda de muestreo

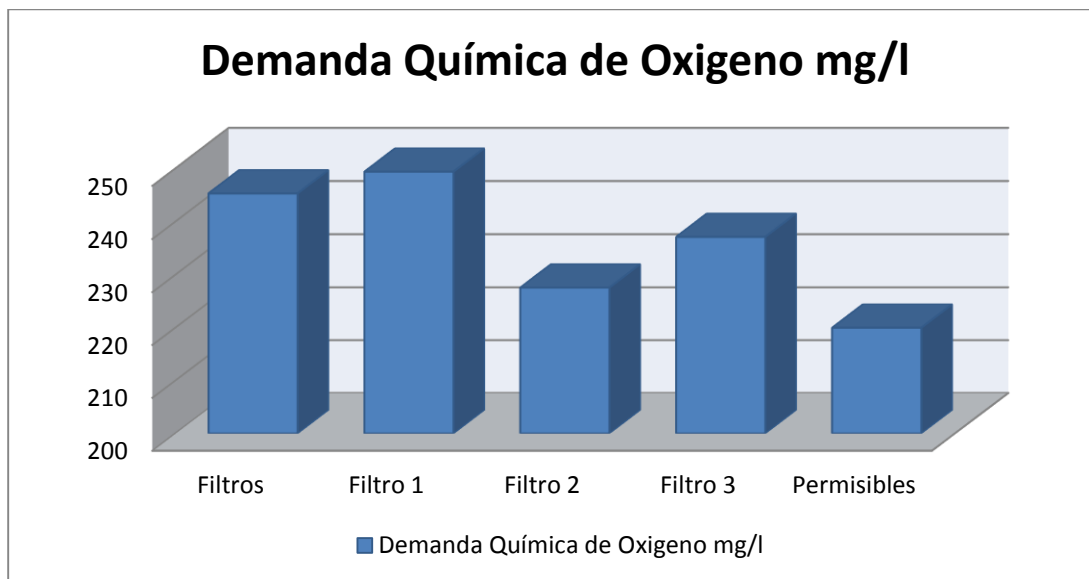


Gráfico 23. Demanda Química de Oxígeno del quinto muestreo

En el gráfico se puede observar que para la quinta ronda de muestreo, ningún filtro cumplió con el límite máximo permisible. El filtro con mejores resultados fue el filtro 2.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en la quinta ronda de muestreo.

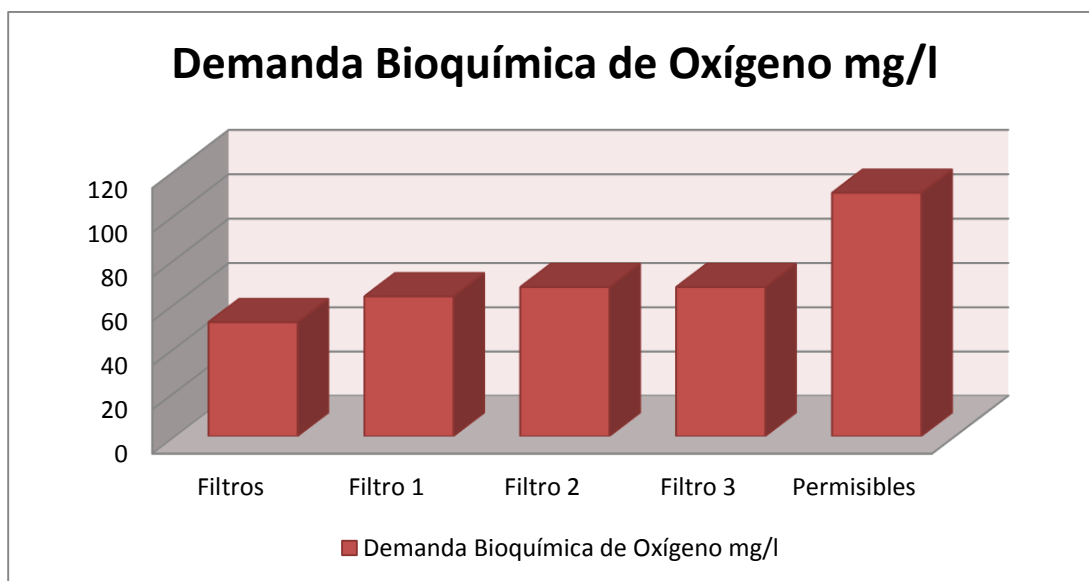


Gráfico 24. Demanda Bioquímica de Oxígeno del quinto muestreo

Se puede observar en este gráfico que los valores obtenidos en la DQO están por debajo de los límites permisibles, siendo el filtro 1 el que registra el valor mínimo.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos en relación a los Sólidos Suspendidos Totales

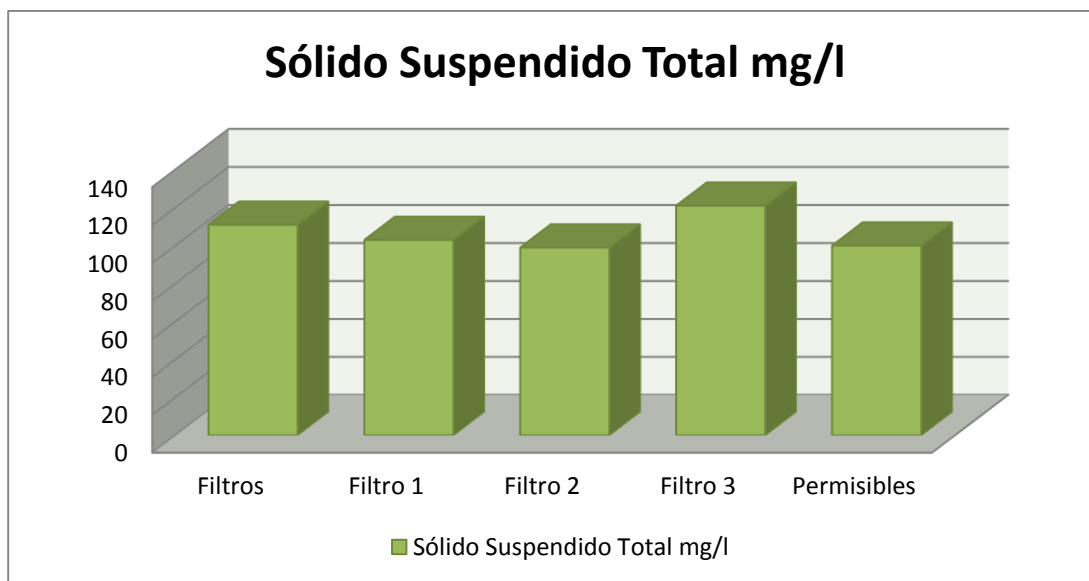


Gráfico 25. Sólido Suspendido Total del quinto muestreo

Se observa en el gráfico que el tercer filtro no cumplió con el límite máximo permisibles en relación a los Sólidos Suspendidos.

Para tener una mejor visión de los resultados, en el gráfico 26 se muestran los resultados de los parámetros estudiados.

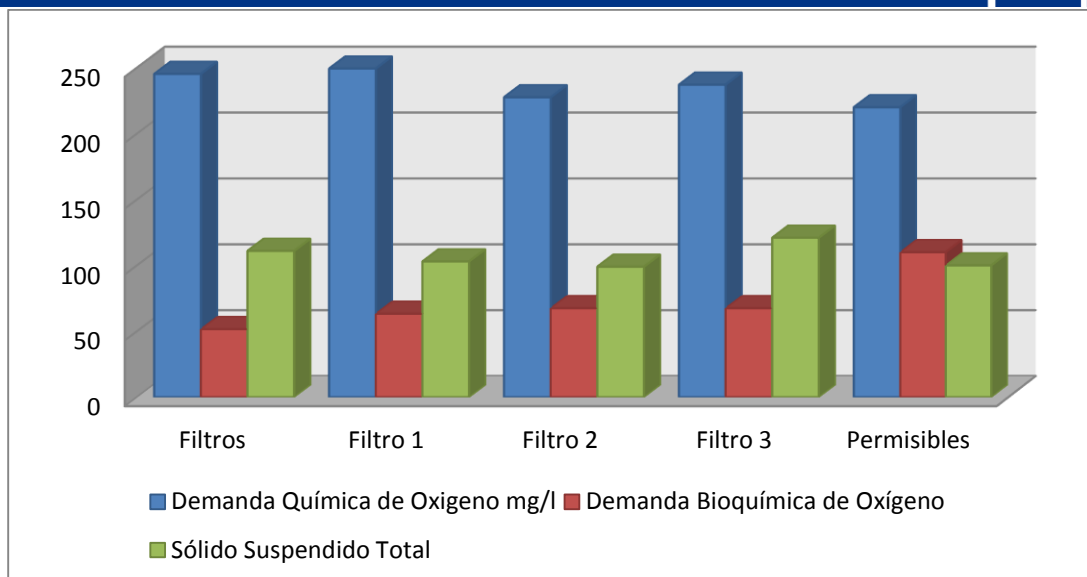


Gráfico 26. Comparación de resultados del quinto muestreo.

Según la gráfica el filtro con mejores resultados en la quinta ronda de muestreo fue el Filtro 2. También se puede observar claramente los altos valores en la Demanda Química de Oxígeno.

4.3.2. Evaluación de la Eficiencia para cada variable

En la mayoría de los resultados obtenidos las concentraciones fueron mayores que el afluente, es decir, el agua salió más contaminada de los filtros. Esto se puede explicar considerando que se dejó madurar el filtro dos semanas antes, el agua cargada de materia orgánica y algas consiguieron formar una biopelícula en las tuberías de distribución, en la entrada de los filtros y por supuesto en el medio filtrante. Durante el periodo de maduración el caudal se redujo por fallas en la PTAR-M, lo que provocó que la biopelícula se secase y al momento de hacer los análisis y hacer pasar el caudal correcto, la biopelícula se desprendió provocando la contaminación del efluente. Pese a la dificultad de monitoreo de los filtros, si analizamos los resultados por parámetros podemos observar la eficiencia en el funcionamiento de los filtros de una mejor manera:

4.3.2.1.Demanda Química de Oxígeno

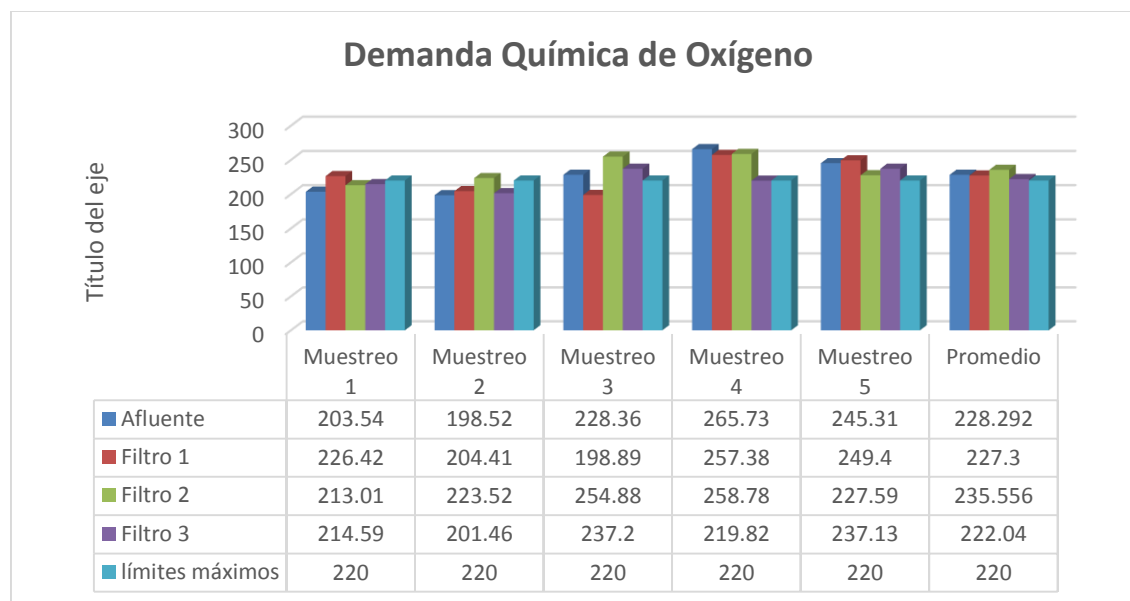


Gráfico 27.Comparación de resultados de Demanda Química de Oxígeno

El gráfico 27 muestra las cantidades de Demanda Química de Oxígeno en el afluente y en cada uno de los filtros. Al promediar los valores obtenidos en cada ronda de muestreo, se puede apreciar que el filtro 3 alcanzó los valores más bajo, sin embargo está por encima del límite máximo permisible. Al emplear la fórmula para la eficiencia de remoción de DQO para el filtro 3 se obtiene lo siguiente:

$$EF_R = \frac{(MP_{pe}) - (MP_{ps})}{(MP_{pe})}$$

$$EF_3 = \frac{(228.29) - (222.04)}{(228.29)} * 100 = 2.74\%$$

El porcentaje de Eficiencia de remoción de DQO para el filtro 3 fue de 2.74% lo que significa que ese porcentaje de remoción no es lo suficiente para estar por debajo de los valores máximos permisibles.

4.3.2.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno

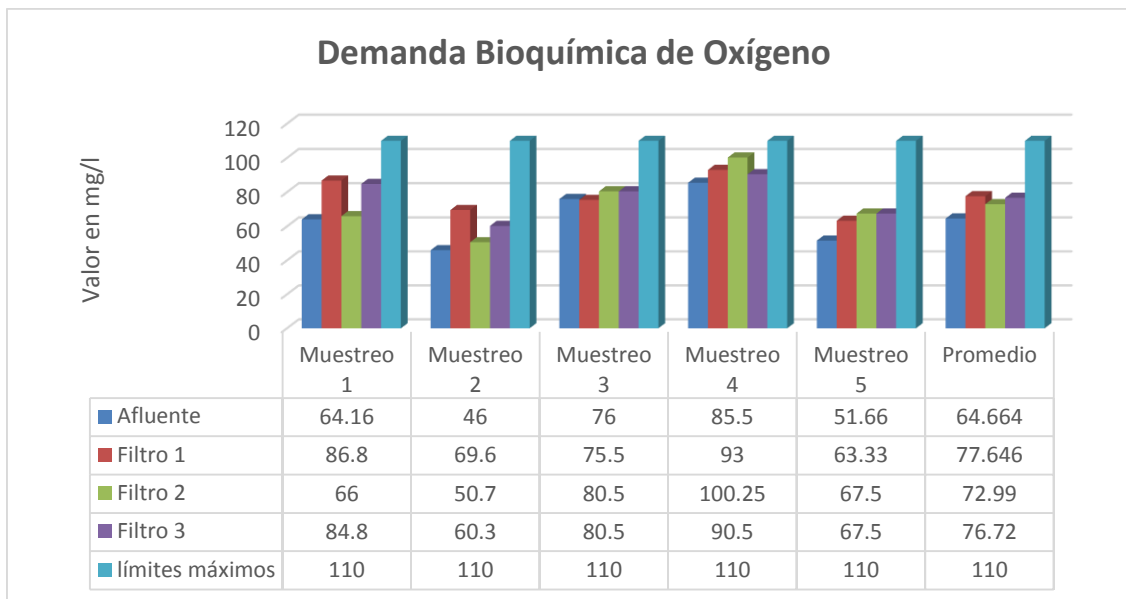


Gráfico 28. Comparación de resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno

En el gráfico 28 se observa claramente que el valor promedio de DBO_5 de los tres filtros está por debajo del límite máximo permisible. Sin embargo, todos los valores de los efluentes están por encima del valor de los afluentes, es decir, el agua salió del filtro más cargada de DBO_5 . Por consiguiente podrán observar valores negativos en el resultado del porcentaje de Eficiencia de remoción.

$$EF_2 = \frac{(64.66) - (72.99)}{(64.66)} * 100 = -0.12\%$$

Dicho resultado significa que el agua al introducirse a los filtros se cargó con más materia orgánica. Era de esperarse dicho resultado considerando que en los días de muestreos los filtros se lavaban, pues en los otros días los filtros no funcionaban correctamente permitiendo el endurecimiento de la biopelícula en el interior de las tuberías y el medio filtrante.

4.3.2.3. Sólido Suspendido Total

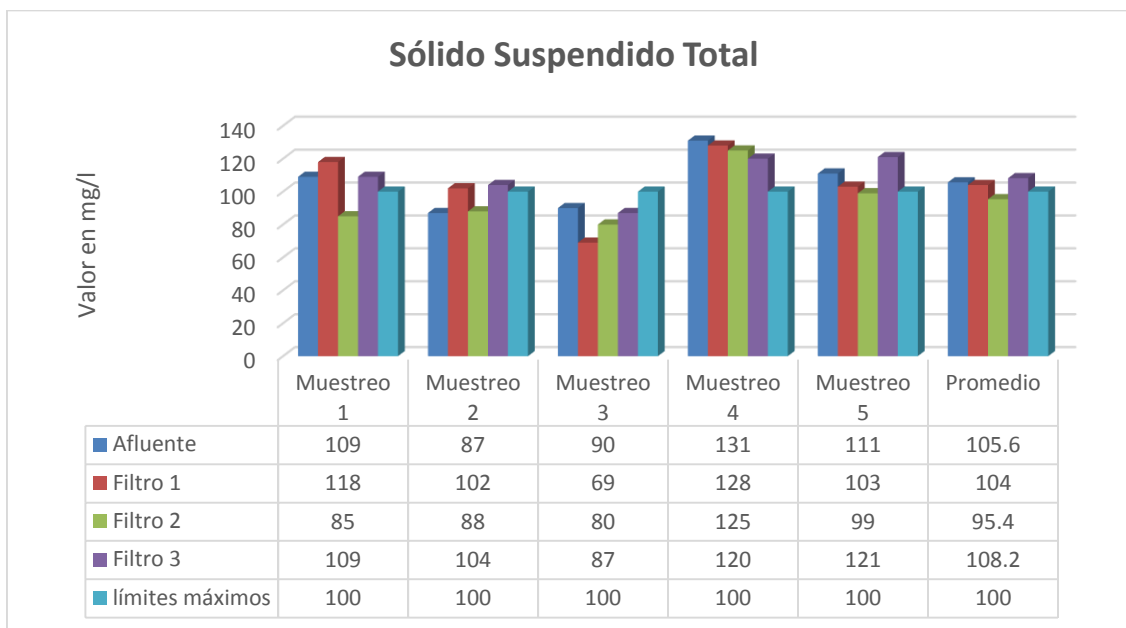


Gráfico 29. Comparación de resultados de Sólido Suspendido Total

En el gráfico 29 se aprecia que el filtro 2 es el único que cumple con el límite máximo para Sólido suspendido total y al mismo tiempo presenta una reducción en el valor en relación al afluente. El porcentaje de Eficiencia en la remoción de dicho filtro se puede apreciar en la siguiente fórmula:

$$EF_2 = \frac{(105.6) - (95.4)}{(105.6)} * 100 = 9.66\%$$

En el caso de la remoción de Solido Suspendido total, el filtro 2 fue el más eficiente.

.

CAPÍTULO V: ASPECTOS FINALES

5.1. Conclusiones

1. La descarga del efluente de la Planta de Tratamiento de aguas residuales de Masaya es muy perjudicial para la laguna de Masaya como cuerpo receptor, debido a que descarga en promedio $0,074 \text{ m}^3/\text{s}$ o $73,60 \text{ lts/s}$. de agua tratada que no cumple con los límites máximos permisibles de algunos parámetros. Los resultados fueron: Demanda Química de Oxígeno con 234 mg/l , Sólidos Suspendidos Totales con 112 mg/l y Coliformes Fecales con $1.6 \cdot 10^5 \text{ NMP/100 ml}$.
2. Se construyeron tres Filtro Biológico Aerobio de flujo vertical utilizando como medio filtrante boquillas de botellas plásticas. Las unidades se instalaron en serie y se diferenciaron unas de otras por la altura de la capa del medio filtrante, las cuales fueron: 0.6 mt , 0.8 mt y 1 mt . El caudal de entrada fue el mismo para los tres filtros con 1.6 lts/min .
3. Las boquillas de botellas plásticas utilizadas como medio filtrante en un filtro biológico aerobio solamente remueven 2.74% de Demanda Química de Oxígeno, 0% de Demanda Bioquímica de Oxígeno y 9.66% de Sólidos Suspendidos Totales. El espesor del medio filtrante con mejor eficiencia oscila entre los 0.8 mts a 1 mt .



5.2. Recomendaciones

1. Se le recomienda a la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL-Masaya) realizar mantenimientos periódicos a la PTAR-M para evitar que las lagunas facultativas se vuelvan Anaerobias.
2. A los estudiantes que deseen seguir experimentando con este medio filtrante se les recomienda:
 - Realizar mayores rondas de muestreos para caracterizar de manera más minuciosa el efluente de la Planta de Tratamiento de aguas residuales de Masaya.
 - Dedicar más tiempo al monitoreo de las unidades a fin de que se pueda observar el flujo continuo del agua residual por los filtros.
 - Experimentar con otros mecanismos de distribución de agua del filtro para que el agua residual se distribuya de mejor manera sobre el medio filtrante.
 - Continuar experimentando con el medio filtrante plástico variando los espesores del medio filtrante entre 0.8 a 1 mts.



5.3. Bibliografía

5.3.1. Libros

Glynn, H. and Gary, W. “*Ingeniería ambiental*” Segunda Edición, p.423 , Prentice Hall, México, 1999.

Grayn, N. “*Biology of Wastewater Treatment*” second edition, University of Dublin, Ireland, 2004.

Jordão, P & Pessôa, A. “*Tratamento de Esgotos Domésticos*”. 3ª ed. 682p, ABES-Río de Janeiro, 1995.

Kawano, M. “*Filtros Biológicos e Biodiscos*” Irati, Brasil, 2005.

Mackenzie, D. “*Ingeniería y Ciencias ambientales*”, Mc Graw-Hil Interamericana, México, 2005.

Metcalf & Eddy “*Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*” p. 1334, 3ª ed. New Delhi, McGraw-Hill Inc. 1991.

Metcalf and Eddy. “*Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, Reuse*” 3th edition, p.93, 1996.

Metcalf and Eddy “*Wastewater Engineering*”, p. 182. 2003.

Ramalho R. “*Tratamiento de Aguas Residuales*” p.76, 457. Faculty of Science and Engineering, Laval University. Quebec, Canadá. 1996.

Rolim, S. “*Lagunas de Estabilización*”, Universidad de Leeds, Inglaterra, 1990.

Romero Rojas Jairo A. “Tratamiento de aguas Residuales por Lagunas de Estabilización”, 3ª Edición, p. 205, Escuela Colombiana de Ingeniería. 1999

Romero Rojas Jairo A. “*Tratamiento de aguas residuales, Teoría y principios de diseño*” p. 17, Escuela colombiana de Ingeniería, Colombia, 2000.

Sans Fonfrías and Ribas Joan de Pablo. “*Ingeniería Ambiental: Contaminación y tratamientos*” p. 128. Alfaomega, México. 1999

Yáñez, F. “*Lagunas de Estabilización Teoría, Diseño, Evaluación y Mantenimiento*”, P. 68. Cuenca, Ecuador, 1993.

5.3.2. Tesis/Monografías

Altamirano, M. et al. “*Eficiencia de Filtro Rocosos como post-tratamiento de efluente de Lagunas de Estabilización, empleando una unidad de experimentación ubicada en San Marcos, Carazo; utilizando hormigón rojo como medio filtrante en el periodo abril – septiembre, 2008*”, p. 76, Monografía para optar al título de Ingeniero Civil, UNAN-Managua, Nicaragua, 2008.

Alvarado, R. “*Evaluación de filtro vertical de piedra pómez como post-tratamiento del efluente de una planta de filtros rocosos*”. p. 38, Guatemala, 1986.

Blanco, M. y Lanuza, C. “*Influencia del factor de dispersión en la reducción de coliformes por las lagunas secundarias de estabilización de ARD de la ciudad de Masaya (período: Febrero-Mayo del 2000)*” p. 6, Tesis para optar al grado de M.Sc. Centro de Investigación del Medio Ambiente (CIEMA), Nicaragua, 2001.

Martínez, L. *“Propuesta para la ejecución del programa de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización, en el fuerte militar de tolemaida aplicando ntc-iso 14001/2004”* Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental y Sanitario, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. 2007.

NASCIMENTO, M. *“Filtro Biológico Percolador de Pequena Altura de Meio Suporte Aplicado ao Pós-Tratamento de Efluente de Reator UASB”*. P. 121. Tesis de M.Sc. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais–UFMG, Belo Horizonte. 2001.

Pereira, A. *“Avaliação de desempenho de um filtro biológico percolador em diferente meio suporte plásticos”* Tese de Mestre para a obtenção do grau de Mestre em Ciência em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 2005.

5.3.3. Literatura oficial

Decreto N° 33-95 de la República de Nicaragua *“Disposiciones para el control de contaminación provenientes de descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias”* Arto. 23 *“Las descargas de aguas residuales provenientes de los sistemas de tratamiento de los alcantarillados a cuerpos receptores”*

Ley 620 *“Ley General de Aguas Nacionales”*, Capítulo III, arto. 12



5.3.4. Otras

American Public Health Association (APHA). *“Standard Methods for the Elimination of Water and Wastewater”* 20th. Ed. Washington.

Gámez S. *“Proyecto Regional: Sistemas Integrados de Tratamiento y uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial”* Nicaragua, 2001.

Gauss, M., Cáceres V. & Fong. N. *“Investigaciones y experiencias con Filtro biológicos en Nicaragua y Centroamérica”* p. 1, OPS-OMS-CEPIS, Simposio Internacional de Tecnologías Alternativas en Agua y Saneamiento para pequeñas localidades, Lima Perú, 2004.

Platzer, M. et al. *“Investigaciones y Experiencias con Filtro biológicos en Nicaragua, centroamérica”* XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Cancún, México, 2002.

Anexos

Anexo 1: Límites y Parámetros establecidos por el Decreto 33-95

- Capítulo VI “Las descargas de aguas residuales provenientes de los sistemas de tratamientos de los alcantarillados a cuerpos receptores” del Decreto 33-95 Disposiciones para el control contaminación provenientes descargas de aguas residuales domesticas, industriales y agropecuarias.

Artículo 22. Los límites máximos permisibles de coliformes fecales medidos como número más probable no deberán exceder de 1000 por cada 100 en el 80% S; de una serie demuestras consecutivas y en ningún caso superior a 5000 por cada 100 ml.

Arto.23. Los parámetros de calidad de vertido luido provenientes de los Sistemas de tratamientos de los alcantarillados que sean descargados directa o indirectamente a los cuerpos receptores, deberán cumplir en los rangos y límites máximos permisibles expresados a continuación:

PARÁMETROS	RANGOS Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PROMEDIO DIARIO POBLACIONES <75000	RANGOS Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PROMEDIO DIARIO POBLACIONES >75000
Ph	6-9	6-9
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	100	80
Grasas y Aceites (mg/l)	20	10
Sólidos Sedimentados (mg/l)	1.0	1.0
DBO (mg/l))	110	90
DQO (mg/l)	220	180
Sustancias Activas al azul de metileno (mg/l)	3	3

Anexo 2: Informes de Muestreo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Programa de Investigación Estudios Nacionales y Servicios Ambientales



LABORATORIO AMBIENTAL

CERTIFICADO DE ENSAYOS				LAB-MB-0009	
EMPRESA / PROYECTO / CONSULTOR		DIRECCIÓN: Calle, Municipio, Comunidad, Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, Frente a la Escuela de Danza		2267-0274	
ATENCIÓN:		CARGO	email	CELULAR	
Carlos Vanegas		Tesista	-	2267-0274	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS	CADENA DE CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO:	INICIO DE ANÁLISIS:	FINAL DE ANÁLISIS:	21/02/2013	1421	Una (1)
06/02/2013	06/02/2013	11/02/2013			
TIPO DE MUESTRA			Agua Residual		

Fecha			06/02/2013; 10 hr		Valor límite permisible**
Muestreado por			Carlos Vanegas		
Fuente			Afluente a los Filtros		
Observaciones de Ubicación			NR		
Codificación PIENSA			LA-1302-0081		
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION		
9221E	Coliformes fecales	NMP/100ml	1.6*10 ⁵		≤5.0 * 10 ³

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Neg : Negativo, NR : No Reporta
Método Internacional Empleado: SM : Standard Methods, 21st. 2005
*Decreto No. 33-95.

Autorizado por :

MSc. Lic. Eida Escobar Valdivia
Responsable Laboratorio Microbiología

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

FPT-5 10-01

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Pág. 1 de 1

Managua, Nicaragua



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Programa de Investigación Estudios Nacionales y Servicios Ambientales



LABORATORIO AMBIENTAL

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LAB-MB-0009
EMPRESA / PROYECTO / CONSULTOR		DIRECCIÓN: Calle, Municipio, Comunidad, Departamento			TELEFONO
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, Frente a la Escuela de Danza			2267-0274
ATENCIÓN:		CARGO	email		CELULAR
Carlos Vanegas		Tesista	-		2267-0274
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO				FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:			NUMERO DE MUESTRAS
06/02/2013	06/02/2013	11/02/2013		21/02/2013	1421
TIPO DE MUESTRA				Agua Residual	

Fecha			06/02/2013; 09:00 AM		Valor límite permisible**
Muestreado por			Heidi Granados		
Fuente			Mezcla de los Efluentes		
Observaciones de Ubicación			NR		
Codificación PIENSA			LA-1302-0085		
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION		
9221E	Coliformes fecales	NMP/100ml	> 1.6*10 ⁴		≤5.0 * 10 ³

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Neg : Negativo. NR : No Reporta
Método Internacional Empleado: SM : Standard Methodos, 21st. 2005
*Decreto No. 33-95.

Autorizado por :

MSc. Lic. Elda Escobar Valdivia
Responsable Laboratorio Microbiología

Lic. Francisco Antonio Barrios Quintana
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente. el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

FPT-5.10-01

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni
Managua, Nicaragua

Pág. 1 de 1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Programa de Investigación Estudios Nacionales y Servicios Ambientales
LABORATORIO AMBIENTAL



CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0009
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
07/02/2013	07/02/2013	20/02/2013	25/02/2013	1421	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 10 Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		06/02/2013; 10 horas		RANGO Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas/Heidi Granados			
Fuente		Afluente a los Filtros			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0081			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		
			Afluente a los Filtros		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	203.54		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	64.16		110 mg/l
4500-C	Fosforo Total	mg/l	11.42		NE
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	109.00		100 mg/l
5520-B	Aceites y Grasas	mg/l	1.40		20 mg/l
5540-C	Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/l	2.01		3 mg/l
5520-D	Nitrogeno Amoniacal	mg/l	27.45		NE

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
s al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.

SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

Autorizado por:

Ing. Schadel Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales
LABORATORIOS AMBIENTALES
REPUBLICA DE NICARAGUA
AMERICA CENTRAL
FISICO QUIMICO
DE AGUAS
RESIDUALES
PIENSA-UNI

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI
LABORATORIOS AMBIENTALES
REPUBLICA DE NICARAGUA
AMERICA CENTRAL
COORDINACION
TECNICA
PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Managua, Nicaragua

FPT-5.10-01

Pág. 1 de 4



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Programa de Investigación Estudios Nacionales y Servicios Ambientales
LABORATORIO AMBIENTAL



CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0009
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
07/02/2013	07/02/2013	20/02/2013	25/02/2013	1421	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 10 Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		06/02/2013; 10 horas			
Muestreado por		Carlos Vanegas/Heidi Granados			
Fuente		Efluente Filtro N° 1			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0082			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		RANGO Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Art. No.23
			Efluente Filtro N° 1		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	226.42		
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	86.80		
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	118.00		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
s al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.
SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

Autorizado por:

Ing. Schadar Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 /8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 2 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS				LA-AAR1302-0009
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Celular
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO		FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	25/02/2013	1421
07/02/2013	07/02/2013	20/02/2013		Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS	SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 10 Horas		NR	NR	
Fecha y Hora de Muestreo		06/02/2013; 10 horas		
Muestreado por		Carlos Vanegas/Heidi Granados		
Fuente		Efluente Filtro N° 2		
Observaciones de Ubicación		NR		
Codificación PIENSA		LA-1302-0083		
METODO	ENSAYO REALIZADO	Unidad	RANGO Y LÍMITES MAXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
SM	PARAMETRO	**	VALOR DE CONCENTRACION	
			Efluente Filtro N° 2	
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	213.01	220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	66.00	110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	85.00	100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
s al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.
SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

Autorizado por:

Ing. Schadel Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 3 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS				LA-AAR1302-0009	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS		CADENA DE CUSTODIA
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	25/02/2013	1421	NÚMERO DE MUESTRAS
07/02/2013	07/02/2013	20/02/2013			Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 10 Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		06/02/2013; 10 horas		RANGO Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas/Heidi Granados			
Fuente		Efluente Filtro N° 3			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0084			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARÁMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACIÓN		
			Efluente Filtro N° 3		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	214.59		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	84.80		110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	109.00		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

s al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.

SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

Autorizado por:

Ing. Schafat Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramirez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Managua, Nicaragua

FPT-5.10-01

Pág. 4 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0020	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA			DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería			Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:			CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas			EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO						
INGRESO:		INICIO DE ANALISIS:		FINAL DE ANALISIS:		FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS
20/02/2013		21/02/2013		06/03/2013		20/03/2013
				CADENA DE CUSTODIA		NUMERO DE MUESTRAS
				1441		Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA			COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 08Horas			NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo			20/02/2013; 08 horas			RANGO Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Art. No.23
Muestreado por			Carlos Vanegas			
Fuente			Afluente a los Filtros			
Observaciones de Ubicación			NR			
Codificación PIENSA			LA-1302-0121			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION Afluente a los Filtros			
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	198.52			220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	46.00			110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	87.0			100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
s al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.
SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schaday Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Rodríguez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni
Managua, Nicaragua

FPT-5.10-01

Pág. 1 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0020
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
20/02/2013	21/02/2013	06/03/2013	20/03/2013	1441	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 08Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		20/02/2013; 08 horas		RANGO Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas			
Fuente		Efluente Filtro N° 1			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0122			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACIÓN		
			Efluente Filtro N° 1		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	204.41		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	69.60		110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	102.0		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
s al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.
SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schaday Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales
PIENSA-UNI

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales
PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 2 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS				LA-AAR1302-0020	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio, Comunidad, Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Cédula	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
20/02/2013	21/02/2013	06/03/2013	20/03/2013	1441	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 08Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		20/02/2013; 08 horas		RANGO Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas			
Fuente		Efluente Filtro N° 2			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0123			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARÁMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACIÓN		
			Efluente Filtro N° 2		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	223.52		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	50.70		110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	88.0		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

≤ al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.

SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schadir Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 3 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0020
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		CÉLULAR	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS	CADENA DE CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
INGRESO:	INICIO DE ANÁLISIS:	FINAL DE ANÁLISIS:	20/03/2013	1441	Cuatro (4)
20/02/2013	21/02/2013	06/03/2013			
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 08Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		20/02/2013; 08 horas		RANGO Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas			
Fuente		Efluente Filtro N° 3			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0124			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		
			Efluente Filtro N° 3		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	201.46		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	60.30		110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	104.0		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

≤ al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.

SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por :

Ing. Schader Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 4 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0021
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio: Comunidad: Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	20/03/2013	1448	Cuatro (4)
27/02/2013	28/02/2013	13/03/2013			
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 08Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		27/02/2013; 08 horas		RANGO Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas			
Fuente		Afluente a los Filtros			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0149			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		
			Afluente a los Filtros		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	228.36		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	76.00		110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	90.00		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
≤ al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.
SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schadel Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorio Aguas Residuales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Managua, Nicaragua

FPT-5.10-01

Pág. 1 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS				LA-AAR1302-0021	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
27/02/2013	28/02/2013	13/03/2013	20/03/2013	1448	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 08Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		27/02/2013; 08 horas		RANGO Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas			
Fuente		Efluente Filtro N° 1			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0150			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		
			Efluente Filtro N° 1		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	198.89		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	75.5		110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	69.00		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
 ≤ al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.
 SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schadal Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 2 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0021
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
27/02/2013	28/02/2013	13/03/2013	20/03/2013	1448	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 08Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		27/02/2013; 08 horas		RANGO Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas			
Fuente		Efluente Filtro N° 2			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0151			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		
			Efluente Filtro N° 2		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	254.88		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	80.5		110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	80.00		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

s al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.

SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por :

Ing. Schelái Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 3 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS				LA-AAR1302-0021	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
27/02/2013	28/02/2013	13/03/2013	20/03/2013	1448	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 08Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo			27/02/2013; 08 horas		
Muestreado por			Carlos Vanegas		
Fuente			Efluente Filtro N° 3		
Observaciones de Ubicación			NR		
Codificación PIENSA			LA-1302-0152		
METODO	ENSAYO REALIZADO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION		
SM	PARAMETRO	**	Efluente Filtro N° 3		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	237.20		
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	80.5		
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	87.00		
			220 mg/l		
			110 mg/l		
			100 mg/l		

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

s al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.

SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por :

Ing. Scherai Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Teléfono: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 4 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0023	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA			DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería			Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:			CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas			EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO						
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS	
06/03/2013	07/03/2013	20/03/2013	20/03/2013	1456	Cuatro (4)	
TIPO DE MUESTRA			COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 10 Horas			NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo			06/03/2013; 08 horas		RANGO Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por			Carlos Vanegas			
Fuente			Afluente a los Filtros			
Observaciones de Ubicación			NR			
Codificación PIENSA			LA-1303-0169			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION			
			Afluente a los Filtros			
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	265.73		220 mg/l	
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	85.50		110 mg/l	
2540-D	Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	131.0		100 mg/l	

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
 ≤ al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.
 SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schadal Ruiz Bermúdez
 Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 1 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0023
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
06/03/2013	07/03/2013	20/03/2013	20/03/2013	1456	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 10 Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		06/03/2013; 08 horas		RANGO Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas			
Fuente		Efluente Filtro N° 1			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0170			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		
			Efluente Filtro N° 1		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	257.38		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	93.00		110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	128.0		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
s al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.
SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Sthaniel Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales
PIENSA - UNI

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA - UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 2 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0023
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
06/03/2013	07/03/2013	20/03/2013	20/03/2013	1456	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 10 Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		06/03/2013; 08 horas		RANGO Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas			
Fuente		Efluente Filtro N° 2			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0171			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	258.78		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	100.25		110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	125.0		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

≤ al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.

SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schada Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 3 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0023
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
06/03/2013	07/03/2013	20/03/2013	20/03/2013	1456	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 10 Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo			06/03/2013; 08 horas		
Muestreado por			Carlos Vanegas		
Fuente			Efluente Filtro N° 3		
Observaciones de Ubicación			NR		
Codificación PIENSA			LA-1302-0172		
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		
			Efluente Filtro N° 3		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	219.82		
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	90.50		
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	120.0		
			220 mg/l		
			110 mg/l		
			100 mg/l		

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
≤ al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.

SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schaidai Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 4 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0024
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio, Comunidad, Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
13/03/2013	14/03/2013	22/03/2013	22/03/2013	1462	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 10 Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		13/03/2013; 10 horas		RANGO Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas			
Fuente		Afluente a los Filtros			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1303-0194			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		
			Afluente a los Filtros		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	245.31		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	51.66		110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	111.00		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

≤ al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.

SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schadel Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 1 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0024
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Testista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
13/03/2013	14/03/2013	22/03/2013	22/03/2013	1462	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 10 Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		13/03/2013; 10 horas		RANGO Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas			
Fuente		Efluente Filtro N° 1			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0195			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		
			Efluente Filtro N° 1		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	249.40	220 mg/l	
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	63.33	110 mg/l	
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	103.00	100 mg/l	

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
s al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.
SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schadel Ruiz Barahona
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramirez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 2 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS				LA-AAR1302-0024	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
13/03/2013	14/03/2013	22/03/2013	22/03/2013	1462	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 10 Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		13/03/2013; 10 horas		RANGO Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas			
Fuente		Efluente Filtro N° 2			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0196			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	227.59		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	67.50		110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	99.00		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
≤ al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.
SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schadal Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales
PIENSA-UNI

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 3 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-AAR1302-0024
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio; Comunidad; Departamento		TELÉFONO	
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274	
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular	
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
13/03/2013	14/03/2013	22/03/2013	22/03/2013	1462	Cuatro (4)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO	
Agua Residual - compuesta 10 Horas		NR		NR	
Fecha y Hora de Muestreo		13/03/2013; 10 horas		RANGO Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Art. No.23	
Muestreado por		Carlos Vanegas			
Fuente		Efluente Filtro N° 3			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1302-0197			
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION		
			Efluente Filtro N° 3		
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	237.13		220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	67.50		110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	121.00		100 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
s al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.

SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schady Ruiz Bermúdez
Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Ramírez
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705

Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

FPT-5.10-01

Managua, Nicaragua

Pág. 4 de 4

CERTIFICADO DE ENSAYOS				LA-AAR1305-0048
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN: Calle, Municipio, Comunidad, Departamento		TELÉFONO
Universidad Nacional de Ingeniería		Managua, frente a escuela de danza.		22670274
ATENCIÓN:		CARGO: Tesista		Célular
Carlos Vanegas		EMAIL: NR		NR
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO		FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA DE CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	22/05/2013	1508
08/05/2013	09/05/2013	20/05/2013		Una (1)
TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS		SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO
Agua Residual - Puntual		NR		NR
Fecha y Hora de Muestreo		08/05/2013; 9:10 a.m.		RANGO Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Art. No.23
Muestreado por		Carlos Vanegas		
Fuente		Afluente a los Filtros		
Observaciones de Ubicación		NR		
Codificación PIENSA		LA-1305-0365		
METODO SM	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad **	VALOR DE CONCENTRACION	
			Afluente a los Filtros	
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	265.74	220 mg/l
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	75.00	110 mg/l
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	115.0	100 mg/l
5520-B	Aceites y Grasas	mg/l	6.10	20 mg/l
4500-B	Nitrogeno Amoniacal	mg/l	19.26	NE
4500-C	Fosforo Total	mg/l	3.37	NE
5540-C	Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/l	1.15	3 mg/l

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
 ≤ al Límite de Detección que se especifica por parámetro NE= No especificada en la Norma NR= No Reporta.
 SM: Metodo Utilizado del Standard Methods 21st edition, 2005.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el Cliente.

Autorizado por:

Ing. Schaday Ruiz Bermúdez
 Responsable Laboratorio Aguas Residuales

Lic. Francisco Antonio Rumiáñez
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Celular: 8866-6702 / 8866-6705
 Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni
 Managua, Nicaragua

FPT-5.10-01

Pág. 1 de 1